



FRACTAL
EXPERIMENTOS



www.fractal.ind.br
empresa.fractal.me@gmail.com
(84) 99413-0079

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Física Mecânica

Exp[®] F.03

Plano Inclinado



**CORPOS EM MOVIMENTO
EM UM PLANO INCLINADO**

Estudo experimental
qualitativo e quantitativo
de corpos em movimento
em um plano inclinado.



FRACTAL
www.fractal.ind.br



ExP F.03 - Plano Inclinado

1. Sobre o ExP

Com esse aparato portátil, você realizará experimentos semelhantes aos que Galileu Galilei realizou para identificar as primeiras leis do movimento mecânico. O aparato principal é o chamado plano inclinado, de onde se observa o movimento de corpos com formas, massas e tamanhos diferentes. De maneira lúdica, é possível expor aos alunos questionamentos das observações práticas sobre os vários tipos de movimento mecânico. Dessa forma, esse experimento revela como cientistas e engenheiros pensam ao resolver problemas cotidianos e elaborar seus projetos e obras, uma imersão no chamado método científico experimental.

2. Materiais que compõem o ExP:

- 01 Caixote de madeira (22 cm, 17 cm, 7 cm)
- 03 Placas de madeira (16 cm X 15 cm).
- 04 Parafusos com porcas borboletas em inox
- 01 Carrinho de metal 7 cm.
- 03 Bolinhas, $d = 2,5$ cm, $d = 1,7$ cm e $d = 1,1$ cm.
- **02 Cilindrinhos, Largura = 1,9 cm, diâmetro= 1,7 cm.**
- **01 Cilindrinho, Largura= 1,9 cm, diâmetro= 1 cm**
- **01 Cilindrinho, Largura= 3 cm e diâmetro= 1 cm.**
- Cilindrinhos de PVC ocos,
 - $L = 1,8$ cm e $d = 2,2$ cm
 - $L = 4,6$ cm e $d = 2,2$ cm
 - $L = 5$ cm e $d = 1,5$ cm
- 02 Cubinhos, $L = 2,5$ cm.
- 01 Poliedro com faces quadradas e triangulares.
- 01 Régua de 200 mm.

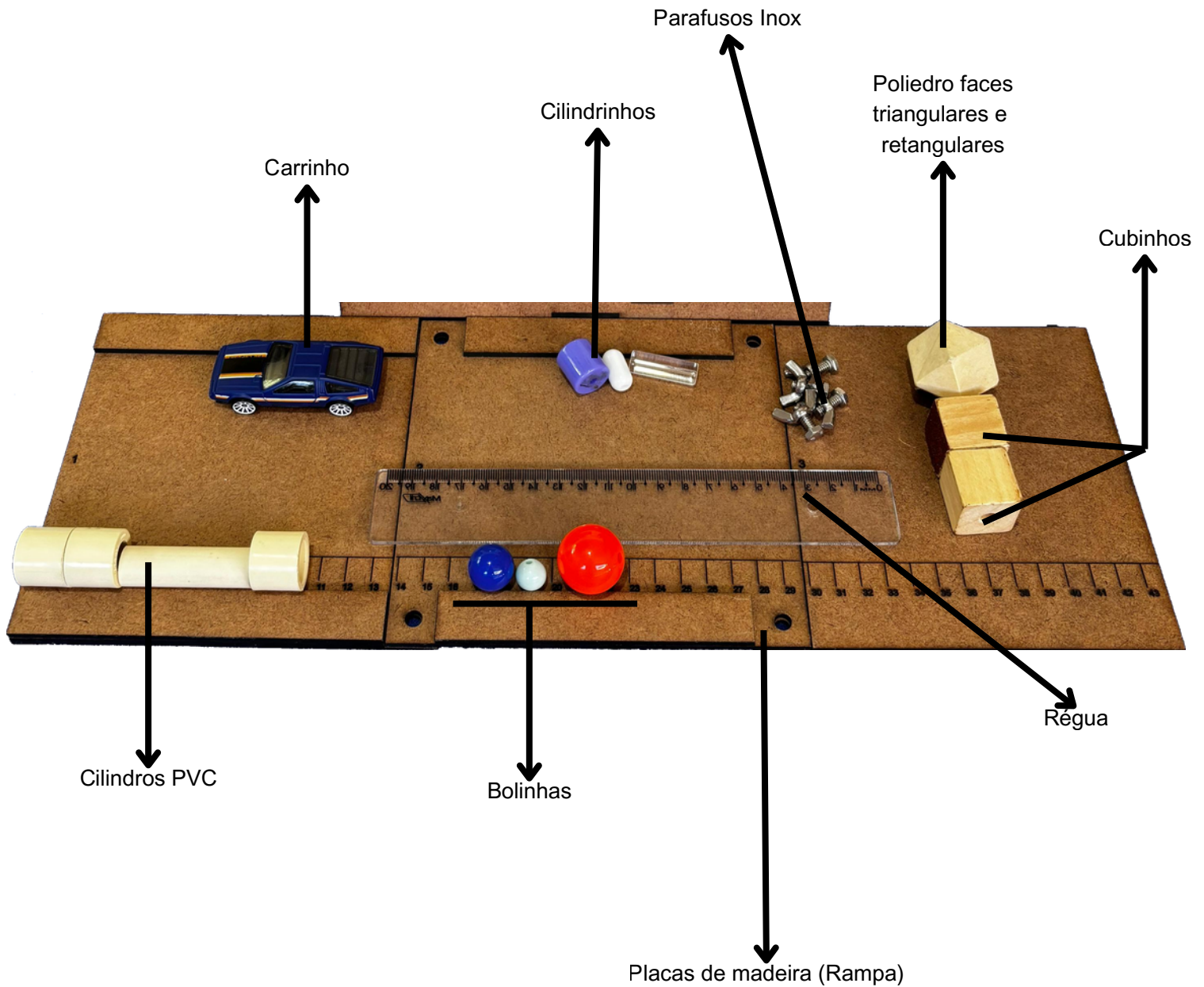
ExP F.03 - Plano Inclinado



Conhecendo os Materiais

Procedimento:

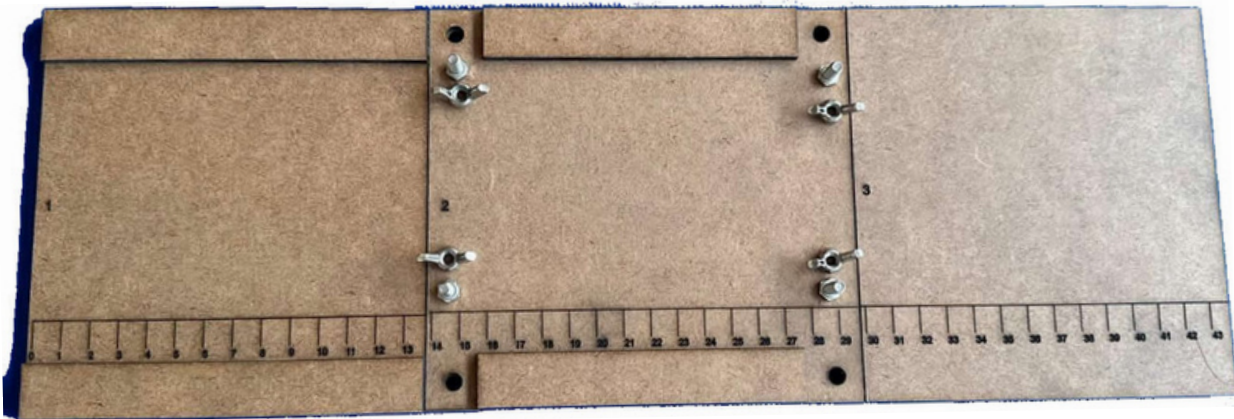
- Identifique todos os materiais ao abrir o caixote, conforme listagem anterior.



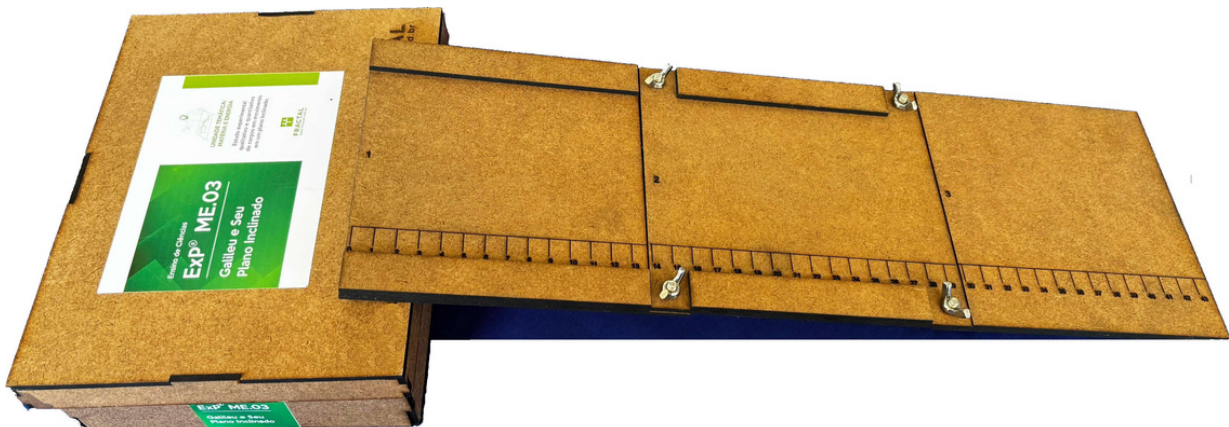
Montando o Plano Inclinado

Procedimento:

- Depois da identificação, retire as 03 placas de madeira e os parafusos e porcas inox para a formação da rampa do plano inclinado. Siga a sequência das fotografias abaixo. A rampa tem um comprimento máximo de 44 cm após montada
- Com a ajuda dos parafusos e das porcas borboletas em inox, acople as placas de madeira para a formação da rampa do plano inclinado.



- Para formar um plano inclinado use a própria caixa para formar a rampa, isto é, com a ajuda da caixa e da rampa montada, faça um plano inclinado, como mostrado:



Usando o Plano Inclinado - Carrinho

Procedimento:

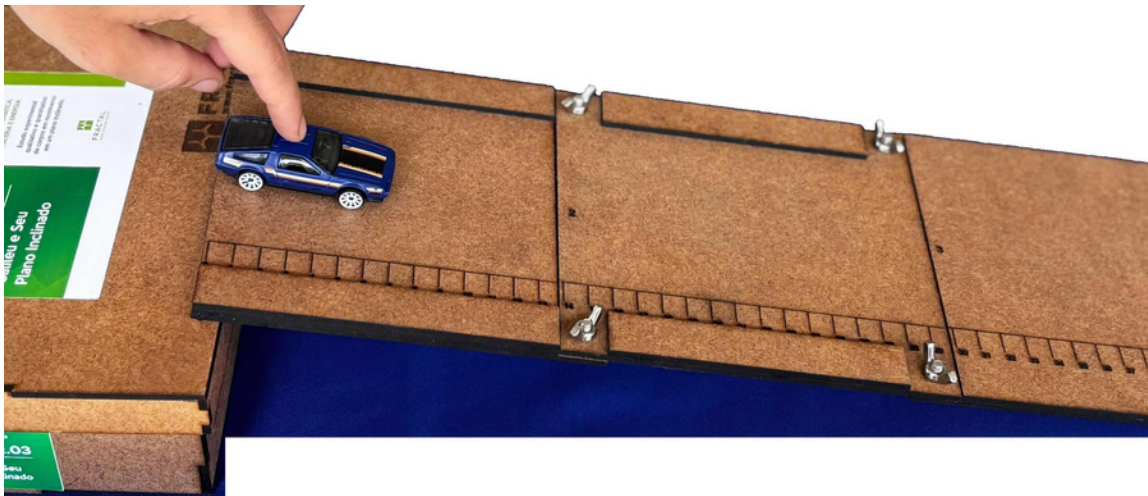
- Coloque o carrinho no topo do plano inclinado, solte-o e observe sua descida. Identifique com seus colegas uma forma do carrinho descer que não sofra influência da forma da largada. Por exemplo, pressionar o carrinho com um dos dedos no topo da rampa e soltá-lo rapidamente, etc.



Usando o Plano Inclinado - Carrinho

Procedimento:

- Faça a medida do tempo que o carrinho demora para descer do topo da rampa em duas inclinações diferentes, conforme mostrado na foto, mudando ou o tamanho da rampa ou o lado da caixinha que apoia a rampa. Utilizando apenas a tampa, você conseguirá uma altura razoável para medir o tempo.



Inclinação Maior



Inclinação Menor

Usando o Plano Inclinado - Carrinho

Procedimento:

- O que pode concluir com relação ao tempo de descida nas duas rampas de inclinações diferentes, em qual das duas o carrinho desce mais rápido?
- Você conhece alguma forma de medir esse tempo de descida?
- Que tal usar o cronômetro de seu celular para fazer essa medida?
- Ou ainda, filmar a descida do carrinho e depois medir nas imagens esse tempo de descida.
- A primeira vez que se realizou essa experimento foi na época de Galileu Galilei, por volta de 1600. Como você imagina que ele mediu esse tempo de descida?



<https://www.space.com/15589-galileo-galilei.html>



<https://www.meisterdrucke.ie>

Usando o Plano Inclinado Medidas

Procedimento:

- Quais os valores encontrados de tempo de descida do carrinho?
- Você consegue estimar a velocidade no final da rampa para cada uma das inclinações? Que valores encontrou de velocidades? Compare esses valores com as velocidades de carro no trânsito de uma cidade (50 km/h) e em uma rodovia (100 km/h).
- Galileo conseguiu provar que todos os corpos caem com a mesma aceleração, independente de suas massas!



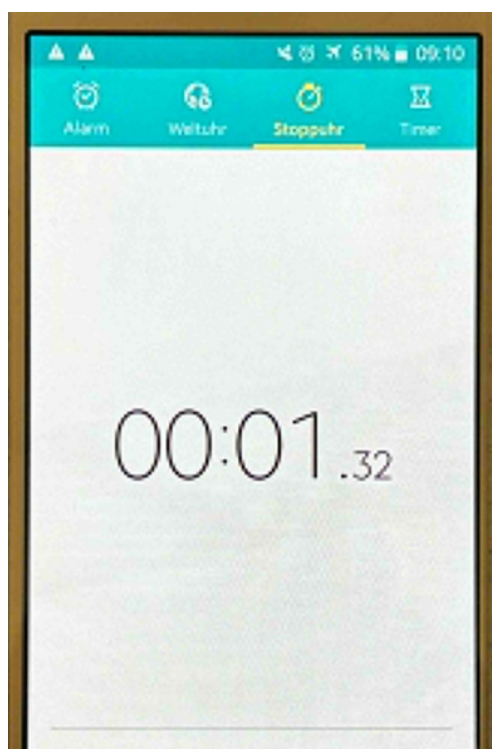
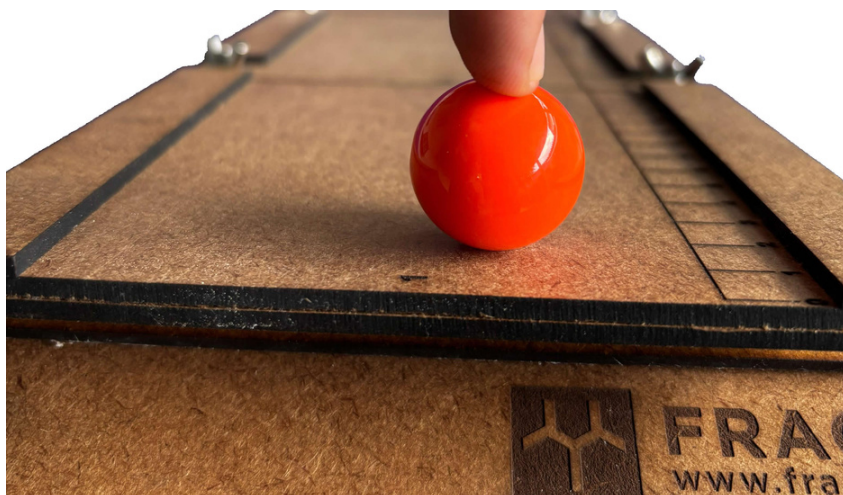
https://catalogue.museogalileo.it/gallery/InclinedPlane_n01.html

Exemplo de aparato utilizado por Galileo Galilei - imagem do Museo Galileo. No link você pode ter acesso a mais conteúdo, inclusive uma simulação de como teria sido o experimento de fato realizado!

Plano Inclinado - Medidas

Procedimento:

- Com um plano inclinado formado, use agora uma das bolinhas para descer tente medir o tempo de descida usando o cronômetro do celular.



Plano Inclinado - Medidas

Procedimento:

- Observe que você pode calcular o ângulo de inclinação sabendo a altura e o comprimento da rampa!



Plano Inclinado - Tabela

Procedimento:

- Faça uma tabela contendo a altura e tempo de descida de cada objeto. Você pode escolher duas alturas diferentes. Como exemplo segue a tabela abaixo.

OBJETO	ALTURA	ÂNGULO	TEMPO
Carrinho	1		
	2		
Cilindro 1	1		
	2		
Esfera 1	1		
	2		

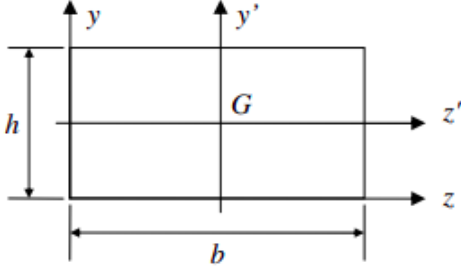
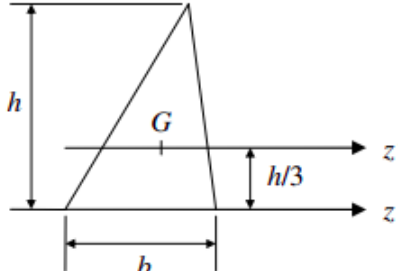
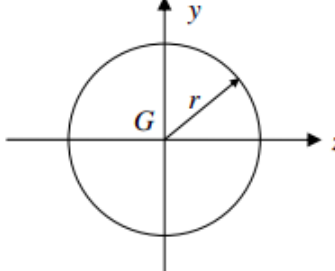
- Tente medir o tempo de descida para todos os objetos ou apenas os de sua escolha. Com a tabela completa, você poderá plotar gráficos e muito mais!

Plano Inclinado - Medidas

Procedimento:

- Essa tabela parece contradizer o resultado que Galileo obteve, você consegue pensar no motivo?
- Que diferenças há entre o movimento de queda livre e o movimento de descer uma rampa?
- O que você sabe sobre momento de inércia? Faça uma pesquisa e tente relacionar o momento de inércia com o fato de que os objetos estão levando tempos diferentes para descer a rampa.

Momentos de inércia de figuras geométricas comuns

Retângulo		$I_{z'} = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $I_{y'} = \frac{b^3 \cdot h}{12}$ $I_z = \frac{b \cdot h^3}{3}$ $I_y = \frac{b^3 \cdot h}{3}$
Triângulo		$I_{z'} = \frac{b \cdot h^3}{36}$ $I_z = \frac{b \cdot h^3}{12}$
Círculo		$I_z = I_y = \frac{\pi \cdot r^4}{4}$

<https://edisciplinas.usp.br/mod/folder/view.php?id=1265848>

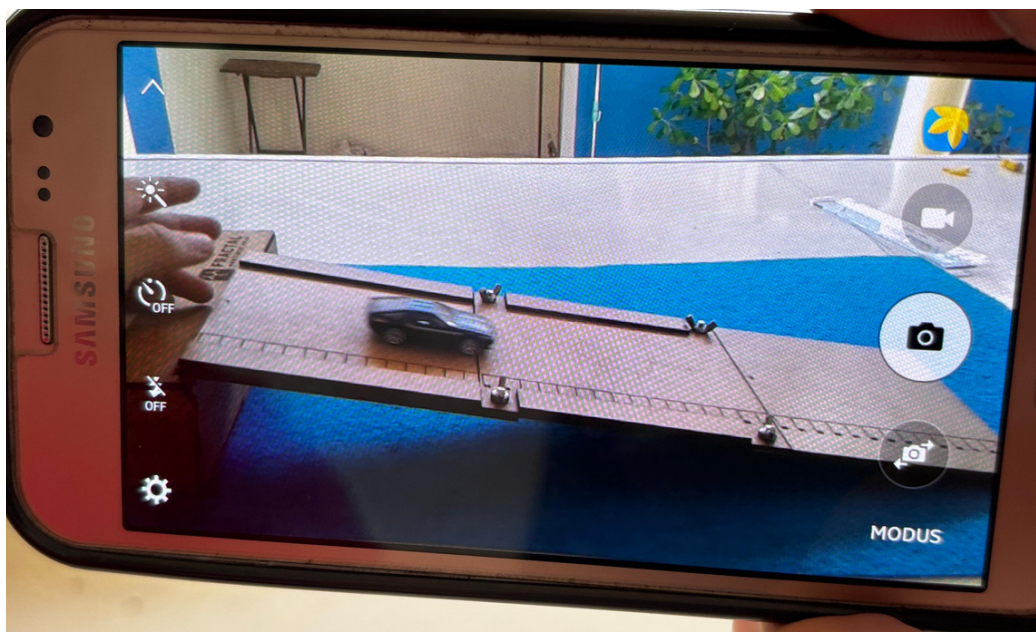
Plano Inclinado - Vídeo Análise

Procedimento:

- Obtenha o tempo de descida de alguns dos objetos através de vídeo análise.
- Grave um vídeo do objeto descendo a rampa e então utilize algum software para a análise. Um software muito utilizado é o Tracker (<https://physlets.org/tracker/>).
- Outra opção é o software Videoanalisando, um aplicativo educacional brasileiro, disponível em:

<http://videoanalisando.org>

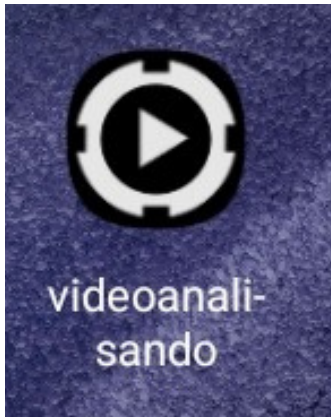
Procure o botão “Download” no fim da página.



Plano Inclinado - Vídeo Análise

Procedimento:

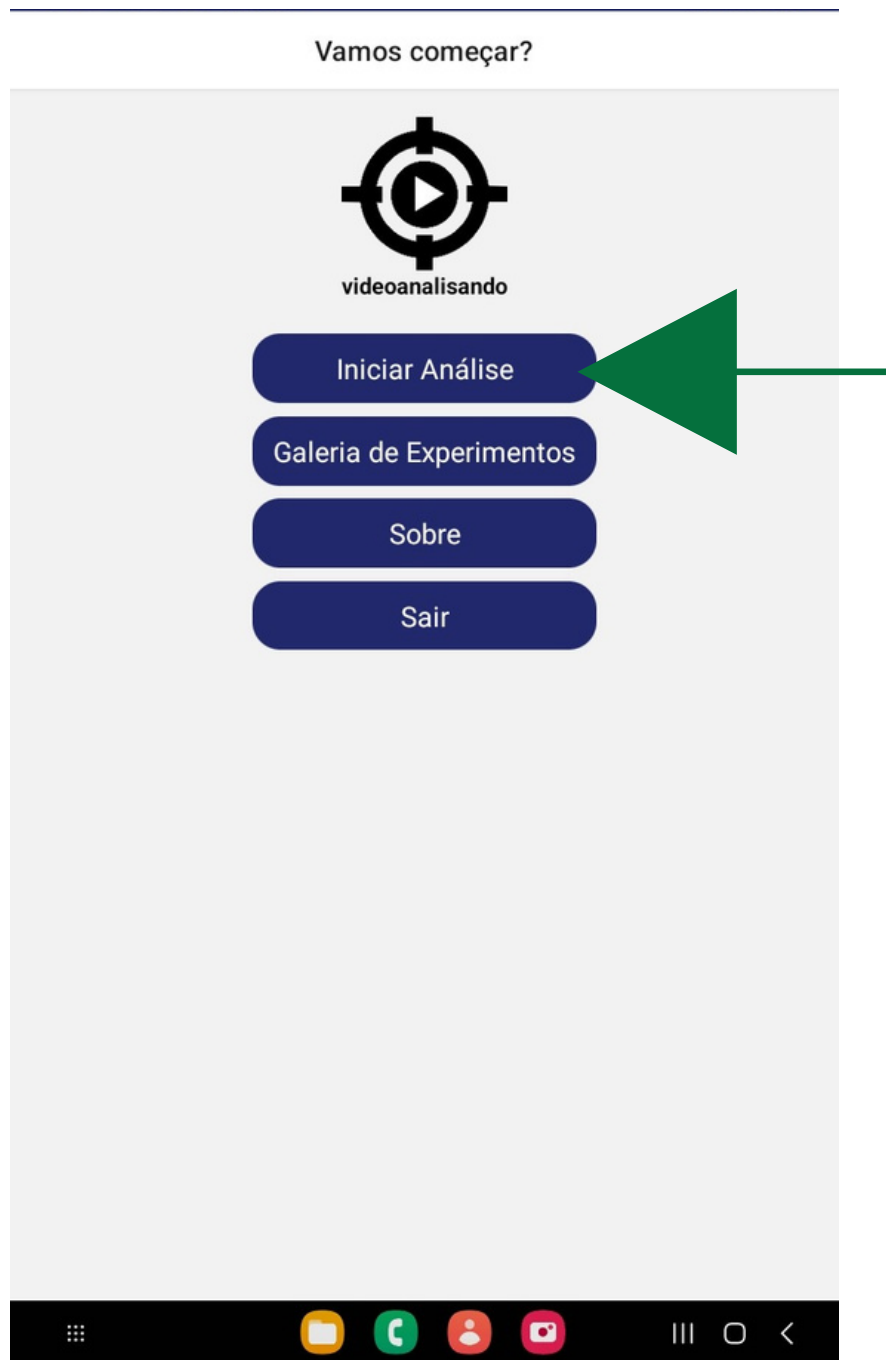
- Antes de iniciar a análise, grave um vídeo de algum objeto descendo a rampa, coloque também uma régua para sair na gravação, para você definir distâncias no aplicativo.
- Abra o aplicativo para iniciar a análise.



Plano Inclinado - Vídeo Análise

Procedimento:

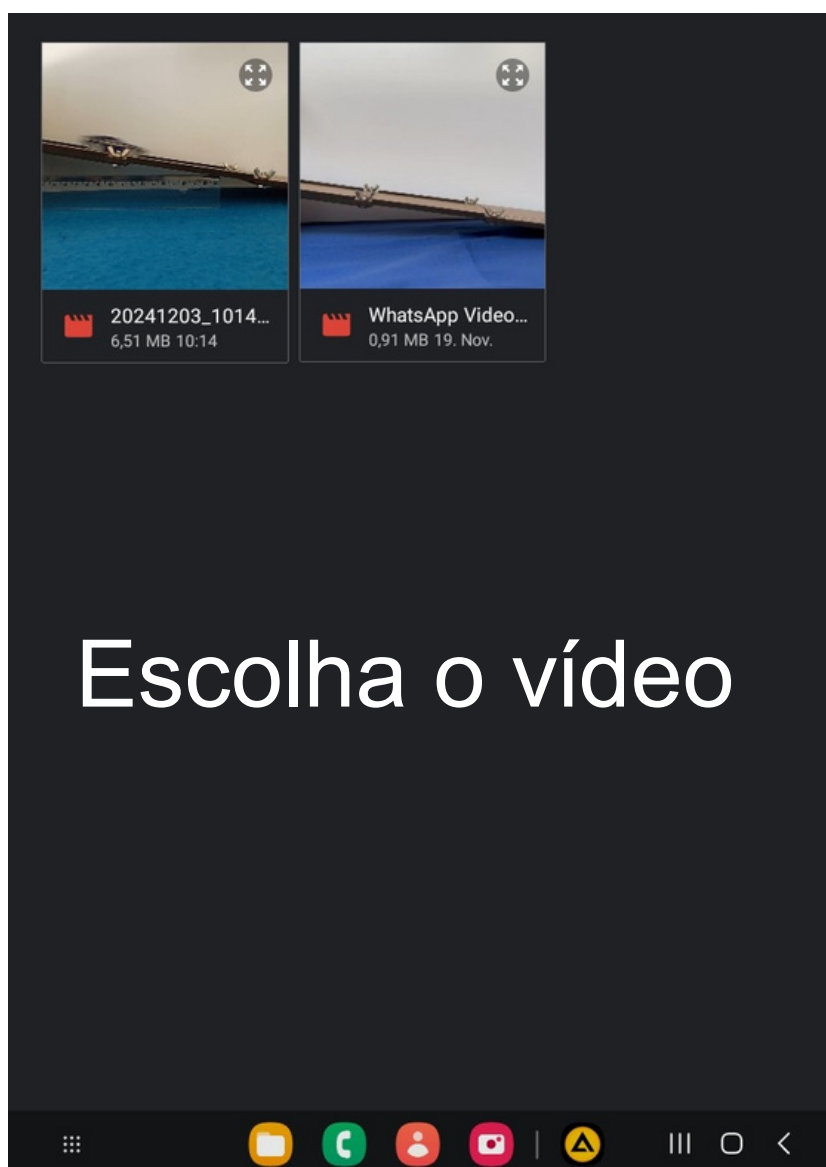
- Inicie a análise e siga as instruções, no final você obterá gráficos da posição do objeto no tempo.



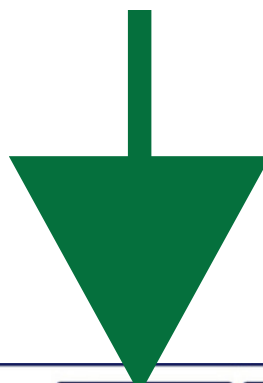
Plano Inclinado - Vídeo Análise



Plano Inclinado - Vídeo Análise



Plano Inclinado - Vídeo Análise



Plano Inclinado - Vídeo Análise

videoanalizando

Marque dois pontos na tela e informe o valor (em metros) do comprimento real entre esses dois pontos! Ao finalizar toque em "Avançar"!

OK

Videoanalizando

Informe a distância real, em metros, entre os dois pontos informados!

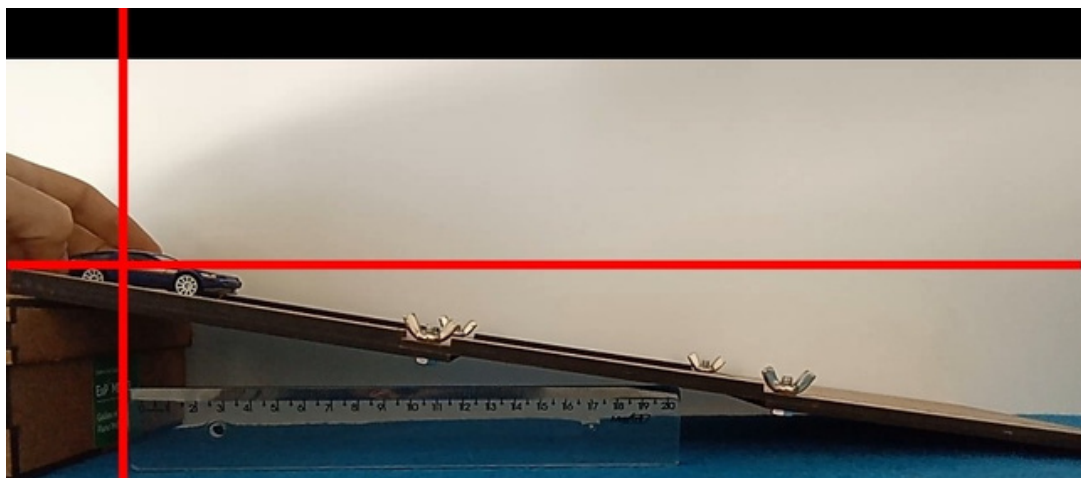
Cancelar

OK

videoanalizando

Escolha uma origem apropriada para o sistema de coordenadas, movendo os eixos ao tocar e deslizar o dedo na tela! Ao finalizar toque em "Avançar"!

OK

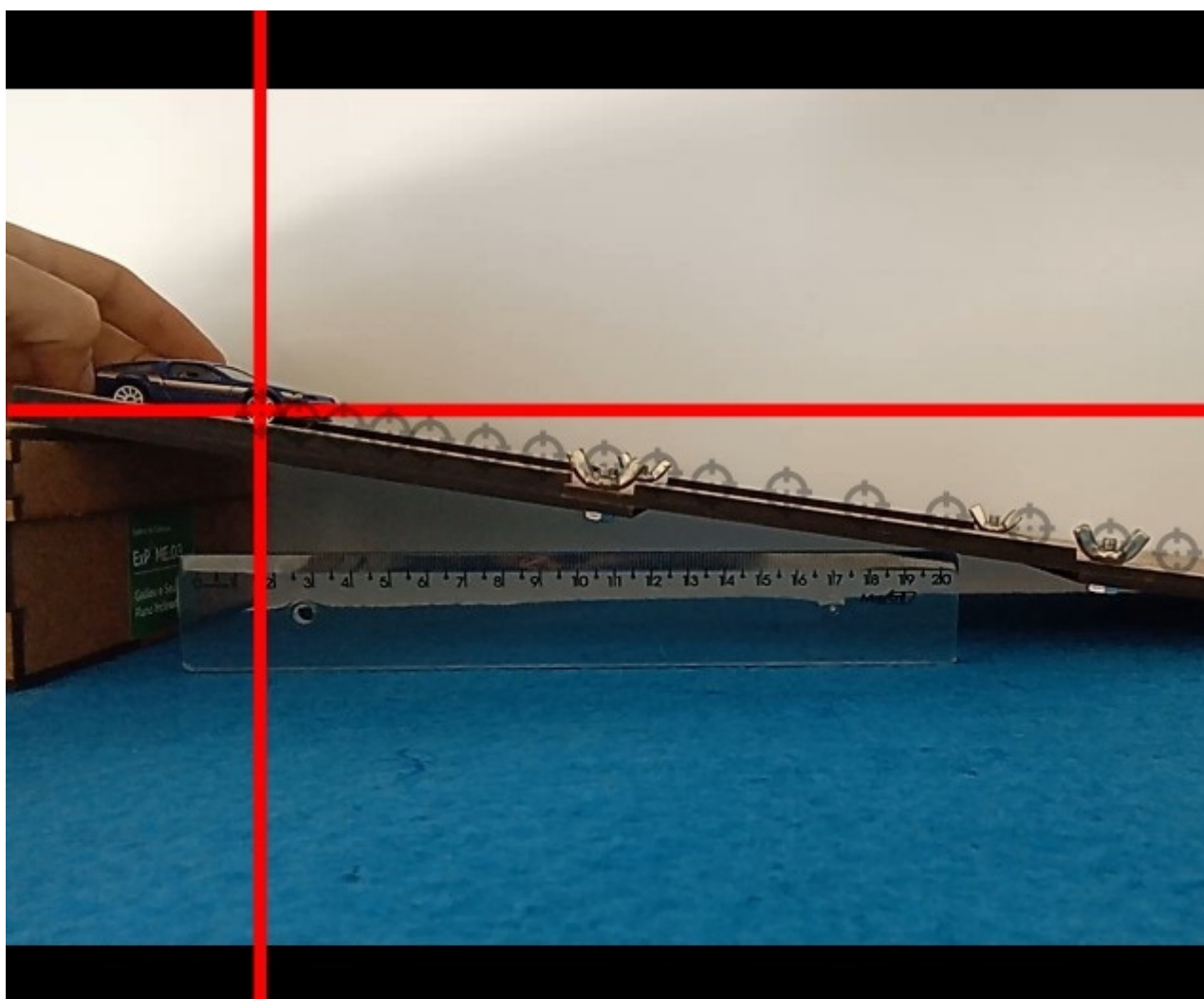


videoanalizando

Utilizando o controle do vídeo, avance o mesmo até encontrar o ponto ideal para começar a análise. Realize a análise do vídeo tocando no objeto que deseja rastrear, para cada toque na tela o vídeo avançará um frame! Ao finalizar toque em "Avançar"!

OK

Plano Inclinado - Vídeo Análise

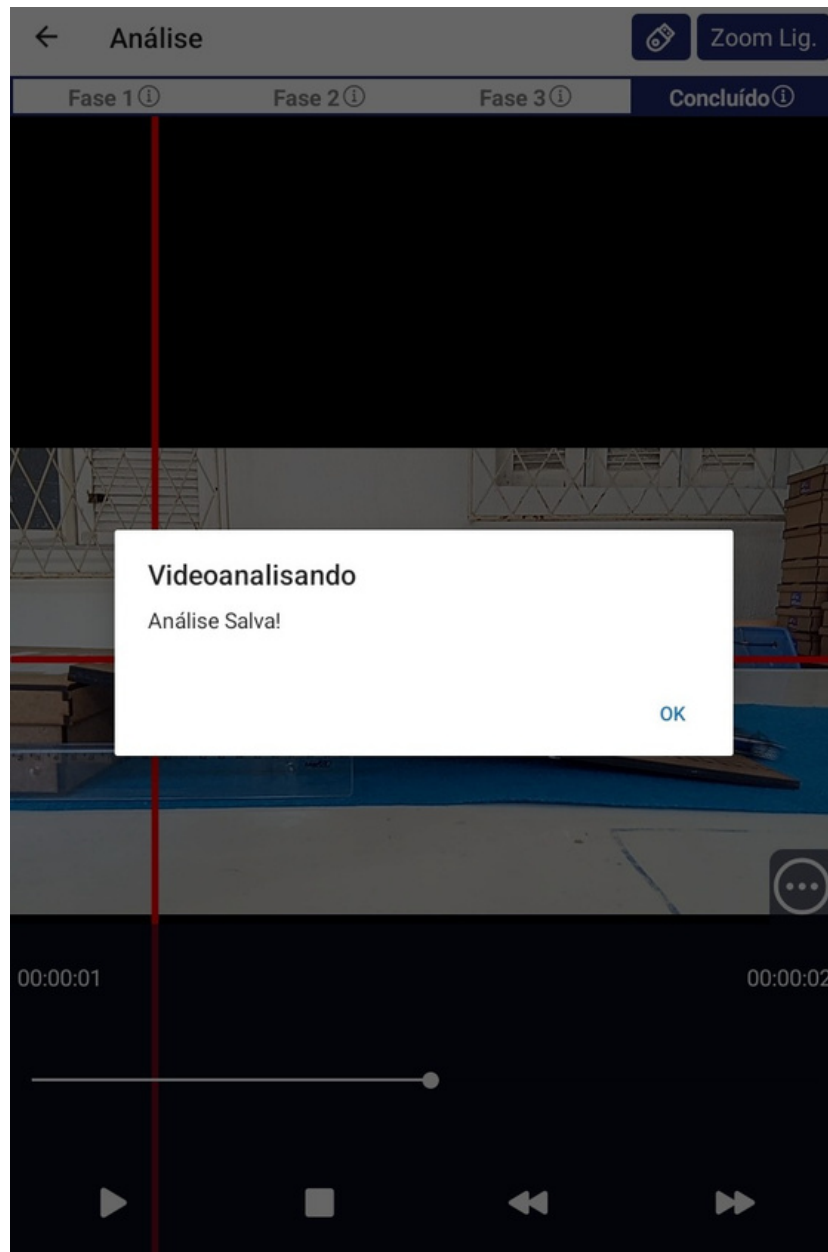


videoanalizando

Análise concluída! Salve a análise no ícone do pen drive atribuindo um nome para identificação!

OK

Plano Inclinado - Vídeo Análise



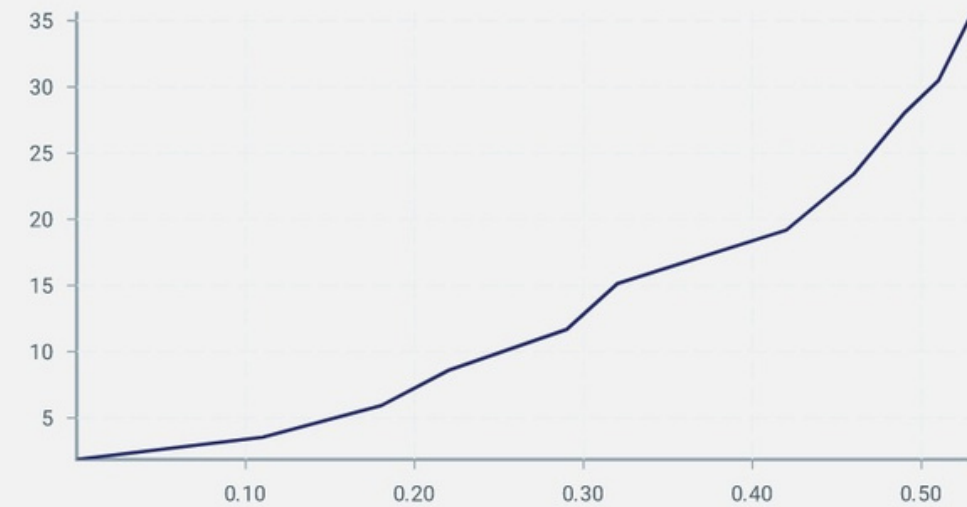
Plano Inclinado - Vídeo Análise

← Resultado Análise

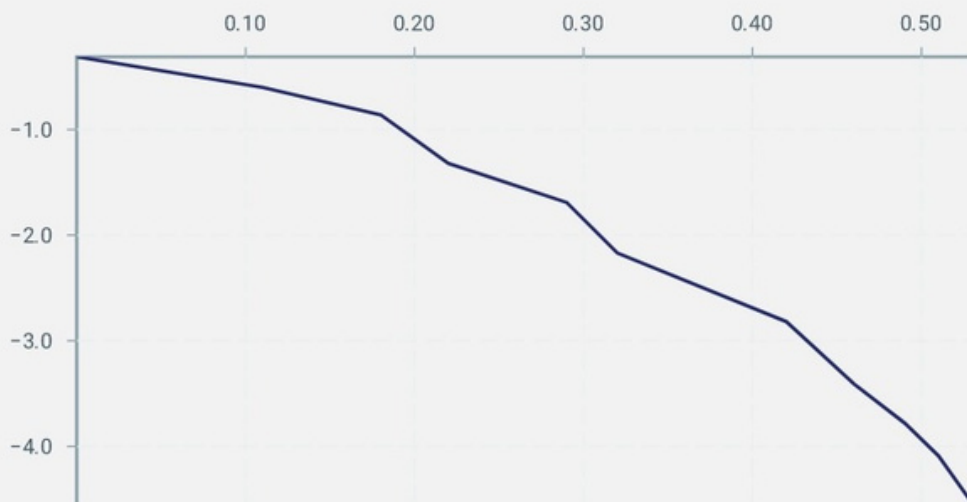


Gráficos Gerados

TEMPO[s] eixo X pela DISTÂNCIA X[m] eixo Y



TEMPO[s] eixo X pela DISTÂNCIA Y[m] eixo Y



DISTÂNCIA X[m] eixo X pela DISTÂNCIA Y[m] eixo Y

5 10 15 20 25 30 35

Plano Inclinado - Vídeo Análise

Procedimento:

- Você pode utilizar os dados da vídeo análise para calcular a velocidade do objeto.
- Utilize, por exemplo, o Excel do windows para plotar.

←

Revisão da Análise

Zoon Lig.

1	0.00m	0.00m	0.00s	👁
2	0.01m	-0.00m	0.03s	👁
3	0.02m	-0.00m	0.06s	👁
4	0.04m	-0.01m	0.10s	👁
5	0.05m	-0.01m	0.13s	👁
6	0.06m	-0.01m	0.16s	👁
7	0.08m	-0.01m	0.19s	👁
8	0.10m	-0.01m	0.22s	👁
9	0.11m	-0.02m	0.26s	👁
10	0.13m	-0.02m	0.29s	👁
11	0.15m	-0.02m	0.32s	👁
12	0.17m	-0.03m	0.37s	👁
13	0.19m	-0.03m	0.40s	👁
14	0.22m	-0.03m	0.43s	👁

Ver todas as marcações

Voltar