



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 36

ERIVALDO DOUGLAS SANTOS DE LIMA

PRODUTO EDUCACIONAL

RELAÇÃO ENTRE FORÇA DE ATRITO E ÁREA DE CONTATO:
UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROBLEMAS UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER COMO RECURSO
DIDÁTICO

Maceió - AL
Janeiro de 2023

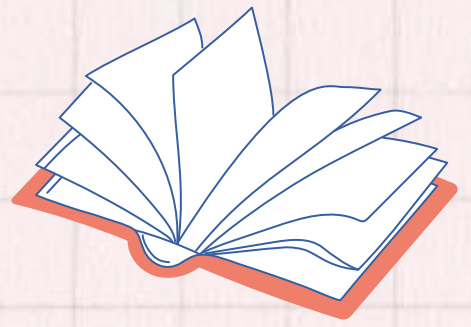
RELAÇÃO ENTRE FORÇA DE ATRITO E ÁREA DE CONTATO:
UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROBLEMAS UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER COMO RECURSO
DIDÁTICO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: RELAÇÃO ENTRE FORÇA DE ATRITO E ÁREA DE CONTATO: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER COMO RECURSO DIDÁTICO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 36 – IF/UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Elton Malta Nascimento.

Maceió - AL
Janeiro de 2023

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA



TEMA

INVESTIGANDO A
RELAÇÃO ENTRE
FORÇA DE ATRITO E
ÁREA DE CONTATO



$$E = mc^2$$



CONTEÚDOS DE FÍSICA ABORDADO

- LEIS DE NEWTON
- FORÇA DE ATRITO
- PLANO INCLINADO
- RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO



$$V_t = V_0 + at$$

ERIVALDO DOUGLAS SANTOS DE LIMA

SUMÁRIO

Apresentação	02
Introdução.....	03
Capítulo 1 - Objetivo do Produto Educacional	05
Capítulo 2 - Etapas Preparatórias.....	10
Materiais e Recursos	10
Preparação dos Vídeos.....	13
Análise dos Vídeos.....	15
Capítulo 3 - Aplicação da ABP	24
Apêndice.....	28

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem o objetivo de desenvolver no aluno seu caráter investigativo e autônomo por meio de investigação de situação-problema em que relaciona a força de atrito e área de contato da superfície de certos materiais e como ferramenta de aprendizagem o software Tracker, responsável análises de vídeos.

As metodologias ativas...

A proposta da aprendizagem Baseada em Problemas utiliza uma situação-problema como ponto de partida, sendo desenvolvida pelos alunos de forma colaborativa ou individualmente com o objetivo de aprender e encontrar soluções.

INTRODUÇÃO

A elaboração deste produto educacional visa a melhoria no ensino de física e que seja reaplicável no sentido de validação, utilizando-se de uma abordagem metodológica de caráter investigativo, fazendo uso da Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) e utilizando como recurso didático o software de análise de vídeo Tracker.

A presente pesquisa encontra-se embasada nos ditames da física que estão interligados pela causa e efeito entre a força de atrito e a área de contato. tal lei, muito estudada por sinal, aqui encontrará uma versão e aplicabilidade nos meios tecnológicos ao utilizar o software Tracker como recursos para resolução desses problemas. sem contar que os meios para esta utilização estão situados na Aprendizagem Baseada em Problemas.

A abrangência da pesquisa se encontra na causalidade de ao utilizar metodologias ativas para o ensino de física, transformará o aluno em um ser atuante e conectado com o que acontece ao seu redor. Das metodologias ativas utilizadas, nós abordaremos a ABProb, aprendizagem baseada em problemas, onde

através de um problema real o aluno é forçado a desenvolver meios de pesquisa e relacionamento, através do trabalho individual e coletivo. Este trabalho é utilizado com o software Tracker, para o aluno responder as indagações que lhe são passadas.

Diante das intempéries do ensino educacional brasileiro, um fator que permanece em evidência é a importância das pessoas que fazem diferença nesse meio. a estagnação da metodologia de ensino-aprendizagem, tão comum a dezenas de anos necessita de uma modificação. E na física isso não é diferente. Esse marasmo pelo qual passa os alunos quando se dirigem as escolas é sinônimo de que algo está errado e que precisa ser mudado. É incentivando e transmitindo para o aluno novas formas de fazer, colocando em suas mãos o papel de responsável pelo rumo a ser seguido que tudo começa a mudar, conforme observado em outras instituições que aplicam a APB.

Portanto, buscou-se reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: Como a metodologia ativa APB, aprendizagem baseada em problema, ao fazer uso do software Tracker na física consegue responder os problemas de força de atrito e da área de contato?

CAPÍTULO 1

OBJETIVO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Em diversas situações do cotidiano encontramos situações que nos fazem levar a conclusões precipitadas levando apenas as observações diretas. As conclusões rápidas acerca das situações não levam em conta o caráter fenomenológico e físico. Um dessas situações iremos apresentar nesse produto.

A situação ao qual esse trabalho se destina, refere-se a um objeto que desliza sobre uma superfície plana levando-nos a crer que quanto maior for a área de contato entre um objeto e a superfície maior será o atrito. Surge então o problema que contraria as equações da força de atrito.

A equação da força de atrito é obtida experimentalmente, e expressa como:

$$F_{at} = \mu \cdot N$$

Onde, μ representa o coeficiente de atrito. A partir dessa equação, podemos descrever para um corpo que desliza numa superfície plana que:

1 - A força de atrito é sempre tangente as possíveis trajetórias enquanto houver contato;

2 - A força de atrito tem sentido sempre oposto a tendência do movimento, ou contrário ao movimento;

3 - Se não há movimento, estamos lidando com atrito estático, e tendo módulo máximo proporcional a força de reação normal, , podendo ser escrita como:

$$|F_{at}| \leq \mu_e \cdot |N|$$

Onde μ_e representa o coeficiente de atrito estático;

4 - Se houver movimento, a força de atrito é cinética e praticamente constante, proporcional a.

$$F_{at} = \mu_c \cdot \vec{N}$$

Onde μ_c representa o coeficiente de atrito cinético.

Pode-se então verifica que a força de atrito não depende da área de contato entre a superfície e o objeto, apenas da força de reação normal e do coeficiente de atrito que é obtido experimentalmente.

Para que fosse possível estudar um movimento com atrito mantendo constante a aceleração durante a análise, foi escolhido um plano inclinado, como na figura 1.



FIGURA 1

A superfície do plano feita de madeira polida, tendo o cuidado para manter o mesmo polimento para todos os pontos da superfície.

O coeficiente de atrito pode ser determinado pela equação:

$$\mu_d = \operatorname{tg}(\theta) - a \cdot \frac{\sec(\theta)}{g}$$

Onde " θ " representa o ângulo de inclinação do plano inclinado, " g " a aceleração da gravidade e " a " a aceleração do objeto que desliza sobre o plano inclinado.

A equação para o coeficiente de atrito dinâmico entre um objeto que desliza sobre um plano inclinado depende da aceleração ao qual o objeto desliza, que pode ser determinada experimentalmente através da análise de vídeo.

Portanto, ao utilizar o software tracker para gerar o gráfico da posição x tempo do objeto, podemos determinar a aceleração ao qual o objeto desliza no plano.

O gráfico da figura 2 mostra as posições em função do tempo de um objeto que desliza sobre um plano inclinado com atrito gerado pelo software Tracker.

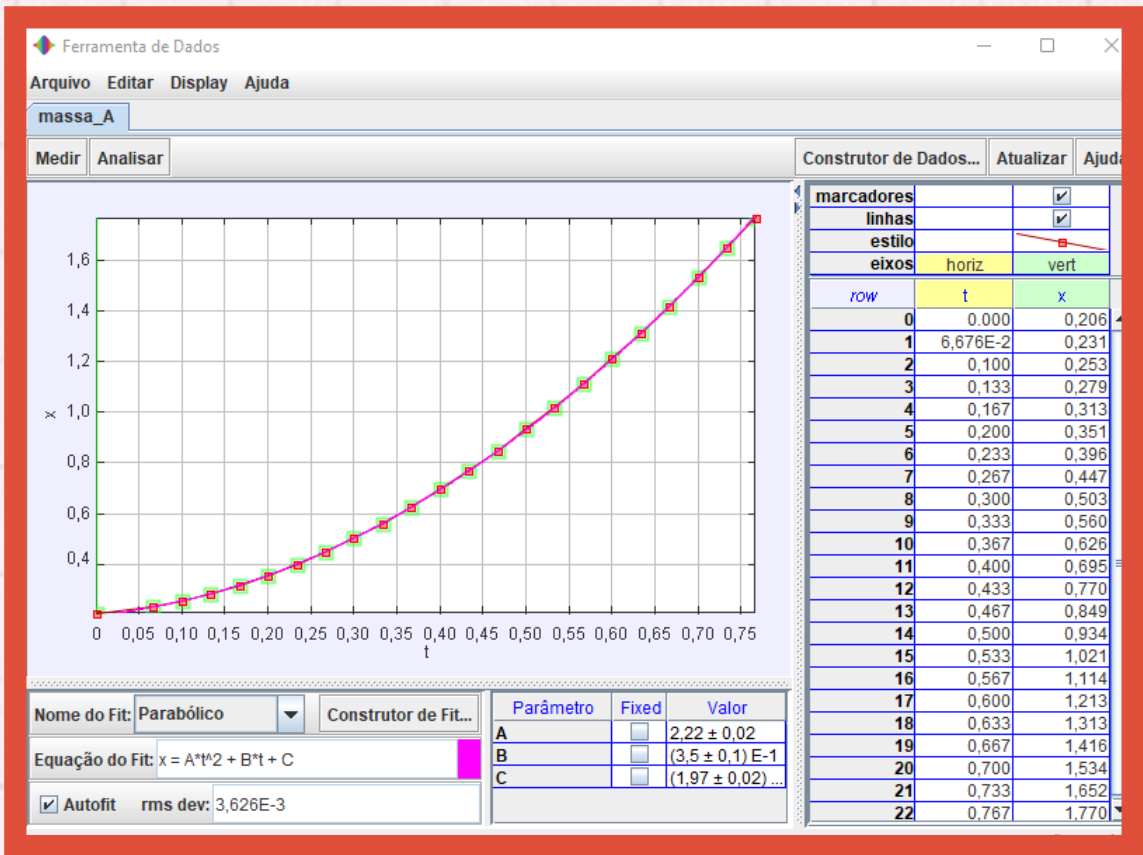


FIGURA 2

Na figura 2, é possível perceber a relação quadrática da posição e o tempo, onde evidencia o movimento uniformemente variado.

Na figura 3, podemos observar os parâmetros gerados pelo ajuste da curva feita pelo Software TRACKER.

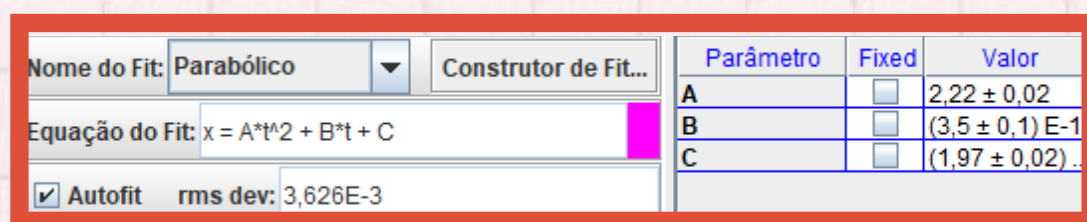


FIGURA 3

Segundo a equação do movimento uniformemente variado, podemos determinar a aceleração como:

$$a = \frac{A}{2} = \frac{2,22}{2} = 1,11m/s^2$$

De posse da aceleração do movimento e do coeficiente de atrito será possível, segundo as etapas da ABP, e seguindo o roteiro de aplicação do produto educacional, estudar e avaliar a relação entre força de atrito e área de contato entre o objeto e a superfície.

Portanto, o produto educacional que é apresentado se destina a propor uma atividade baseado em metodologias ativas para mostrar a relação entre força de atrito e superfície de contato através de vídeo análise através do seu coeficiente de atrito.

CAPÍTULO 2

ETAPAS PREPARATÓRIAS

MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS

- Smartphone;
- computador com software tracker instalado;
- plano inclinado com superfície lisa;.
- 2 pedacinhos de madeira de formato paralelepípedo
- Roteiros de experimento;
- avaliação;



Qr code para download
do software TRACKER;

CAPÍTULO 2

ETAPAS PREPARATÓRIAS

O produto educacional será dividido em 3 etapas:

- Preparação dos Vídeos;
- Aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP);
- Aplicação do Formulário para conferir a eficiência da aplicação da ABP;

2.1 Preparação dos vídeos

Nessa etapa, o professor irá preparar o material em vídeo, para que seja analisado com a turma. Neste produto, e pelo tempo curto que foi disponibilizado pela escola, o professor prepara os vídeos antes de propor um problema para os alunos, porém, fica a critério do professor a elaboração junto com a turma ao qual o produto será aplicado.

As etapas seguintes servem como Roteiro De Preparação do Vídeos:

O produto educacional será dividido em 3 etapas:

- Preparação dos Vídeos;
- Aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP);
- Aplicação do Formulário para conferir a eficiência da aplicação da ABP;

2.1 Preparação dos vídeos

Nessa etapa, o professor irá preparar o material em vídeo, para que seja analisado com a turma. Neste produto, e pelo tempo curto que foi disponibilizado pela escola, o professor prepara os vídeos antes de propor um problema para os alunos, porém, fica a critério do professor a elaboração junto com a turma ao qual o produto será aplicado.

As etapas seguintes servem como Roteiro De Preparação do Vídeos:

PREPARAÇÃO DOS VÍDEOS

- O professor deverá colocar o plano inclinado sobre uma mesa e alinhar a câmera de forma que a superfície do plano não apareça na filmagem. Segue exemplo abaixo na figura 4



FIGURA 4 - FONTE AUTOR

- Feito os ajustes, o professor deverá então gravar 4 vídeos de 2 objetos, considerando as duas etapas:

ETAPA (A)

GRAVAR DOIS VÍDEOS COM O MÁXIMO DA ÁREA DE CONTATO DOS OBJETOS COM A SUPERFÍCIE DO PLANO

ETAPA (B)

GRAVAR DOIS VÍDEOS COM O MÍNIMO DA ÁREA DE CONTATO DOS OBJETOS COM A SUPERFÍCIE DO PLANO

- A figura 5 e 6 mostra dois exemplos de aplicação da etapa (a)

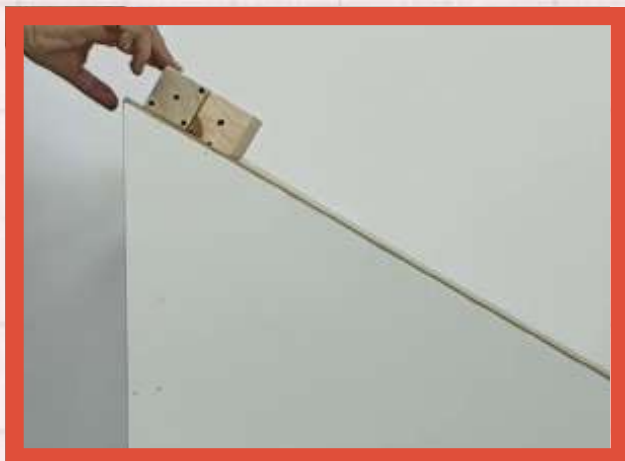


FIGURA 5 - FONTE AUTOR



FIGURA 6 - FONTE AUTOR

- A figura 7 e 8 mostra dois exemplos de aplicação da etapa (b)

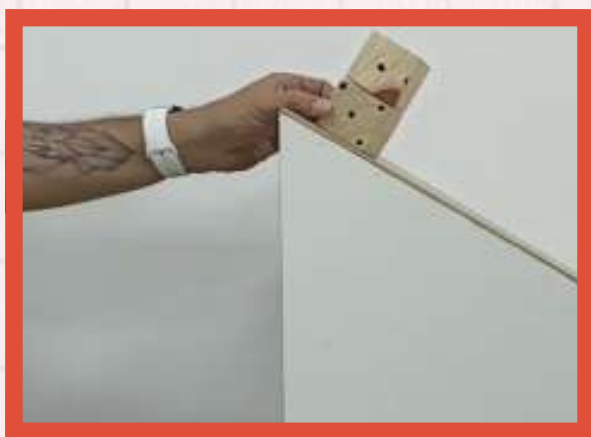


FIGURA 7 - FONTE AUTOR



FIGURA 8 - FONTE AUTOR

- Importante observar que área a de contato do bloco nos dois vídeos devem ter o mesmo polimento para que os resultados sejam semelhantes.

ANÁLISE DOS VÍDEOS

As Análises dos vídeos deverá ser feita antes da aplicação da aprendizagem baseada em problema.

- Abrir o programa Neste passo explicativo, será usado apenas um vídeo pra explicação de como será feita a análise, Porém nos resultados finais colocarei o resultado de todos os vídeos;

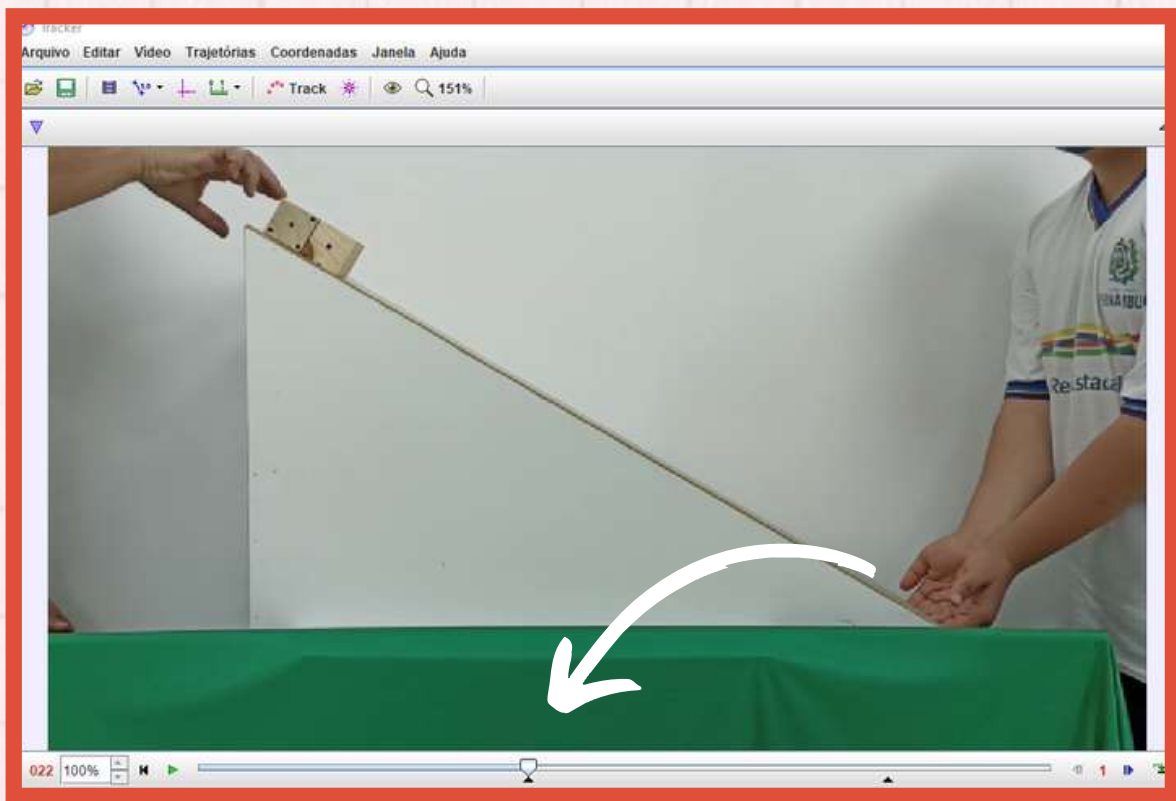


FIGURA 9 - FONTE AUTOR

- Na barra inferior, limitar o intervalo do vídeo ao qual será analisado. para o início do vídeo, garantir que o mesmo esteja livre do contato da mão e no fim não analisar o frame na base do plano inclinado; figura 9

- Inserir a origem dos eixos onde o objeto inicia seu movimento; figura 10

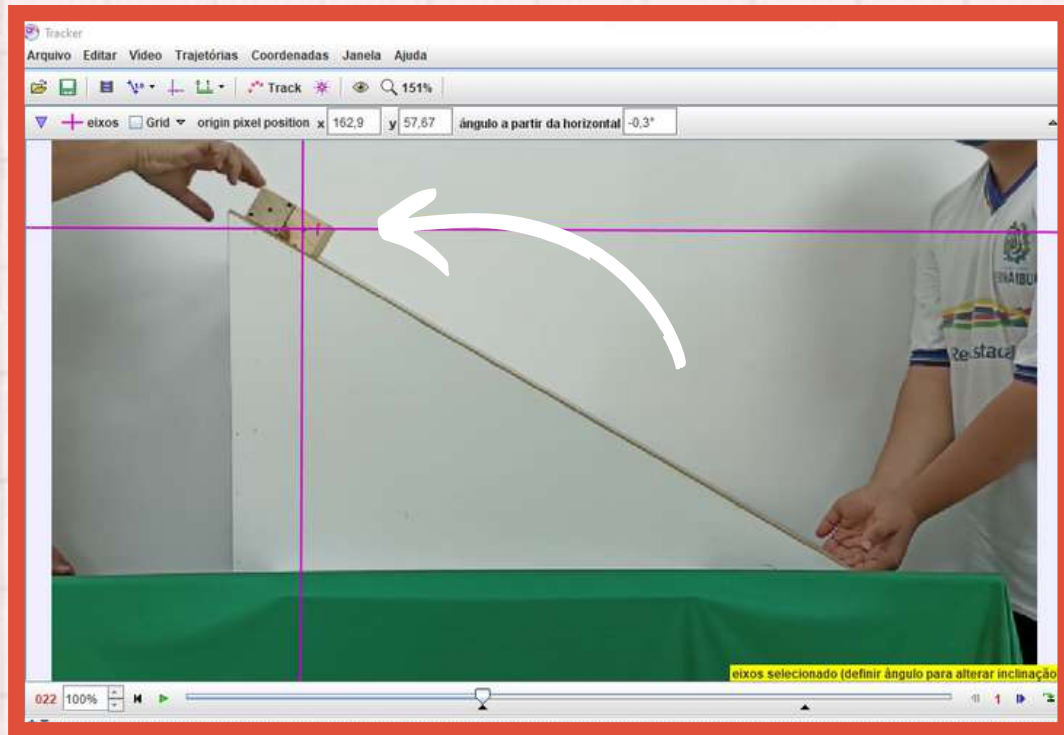


FIGURA 10 - FONTE AUTOR

- Inclinar o eixo junto ao plano; figura 11

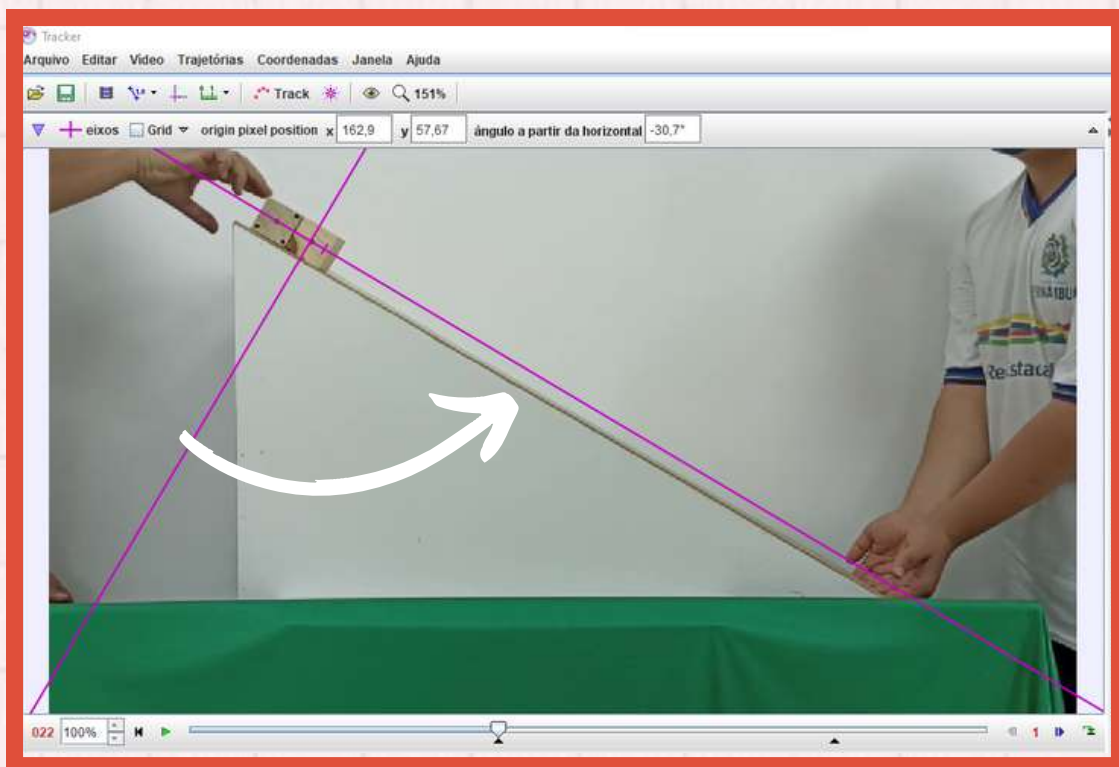


FIGURA 11 - FONTE AUTOR

- Bloquear o eixo; figura 12

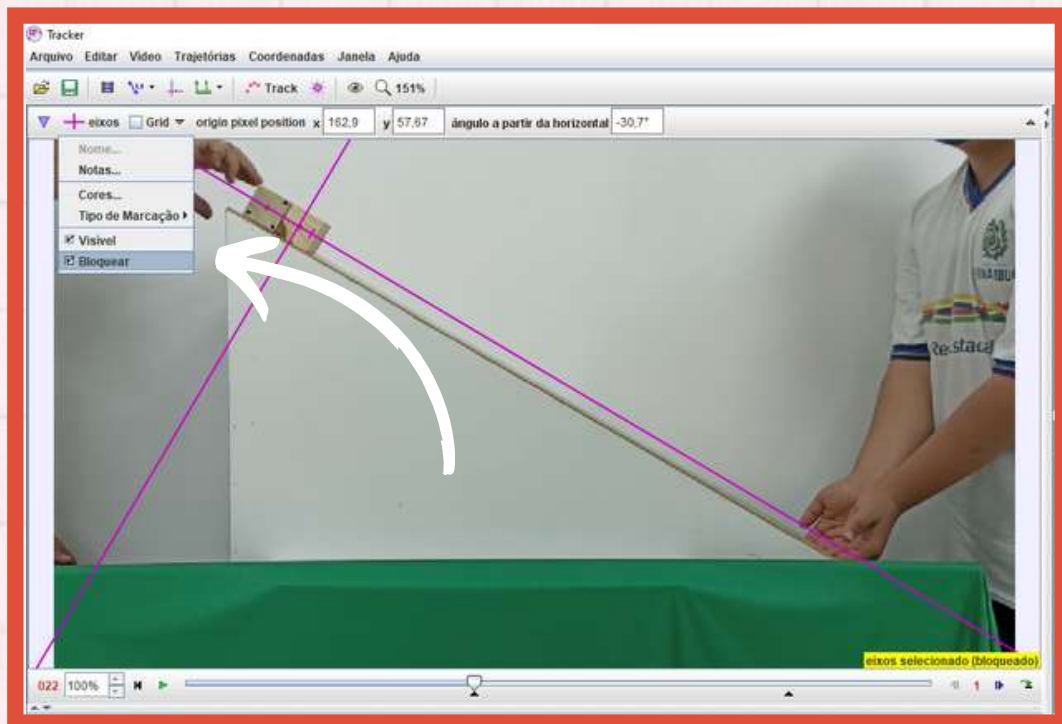


FIGURA 12 - FONTE AUTOR

- Inserir bastão de calibração; figura 13

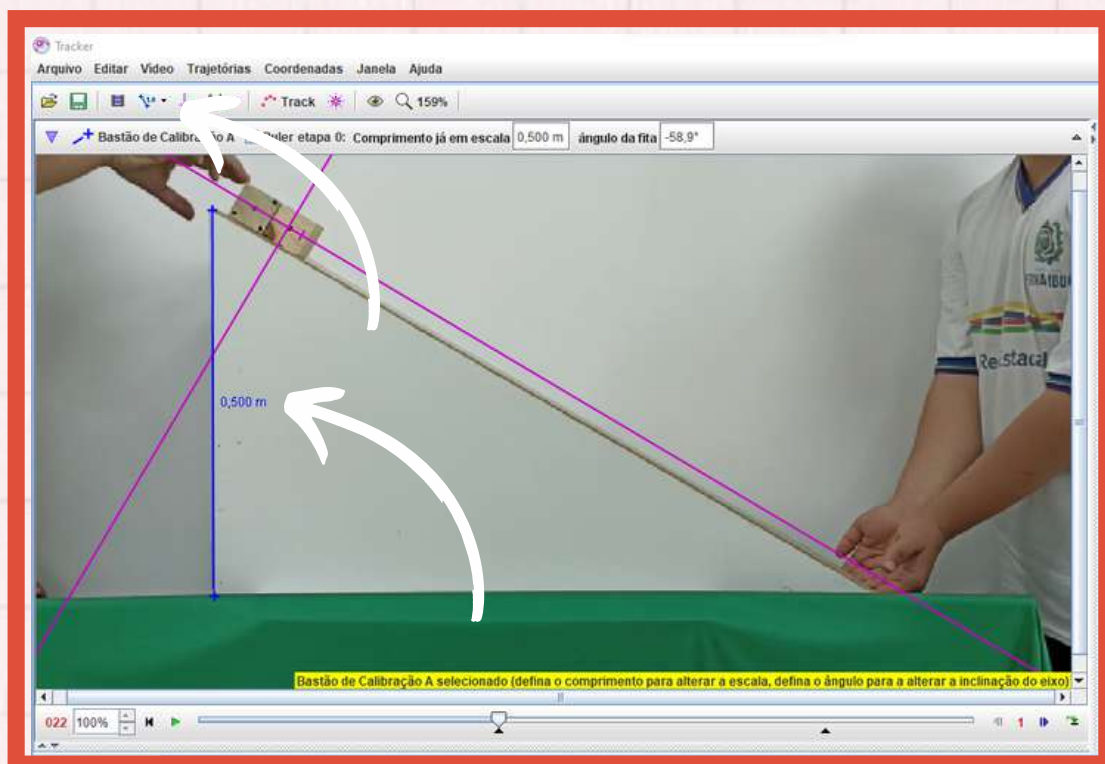


FIGURA 13 - FONTE AUTOR

- Bloquear o bastão de calibração; figura 14

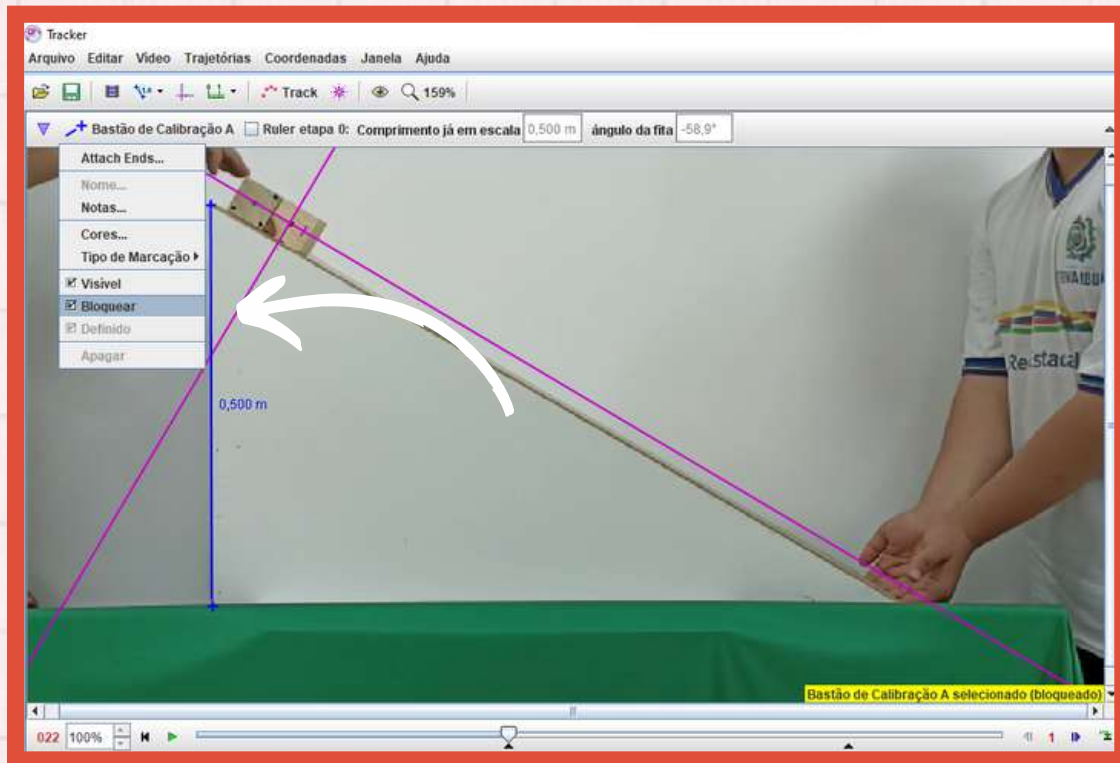


FIGURA 14 - FONTE AUTOR

- Criar ponto de massa para ser inserido nas posições do objeto analisado: figura 15

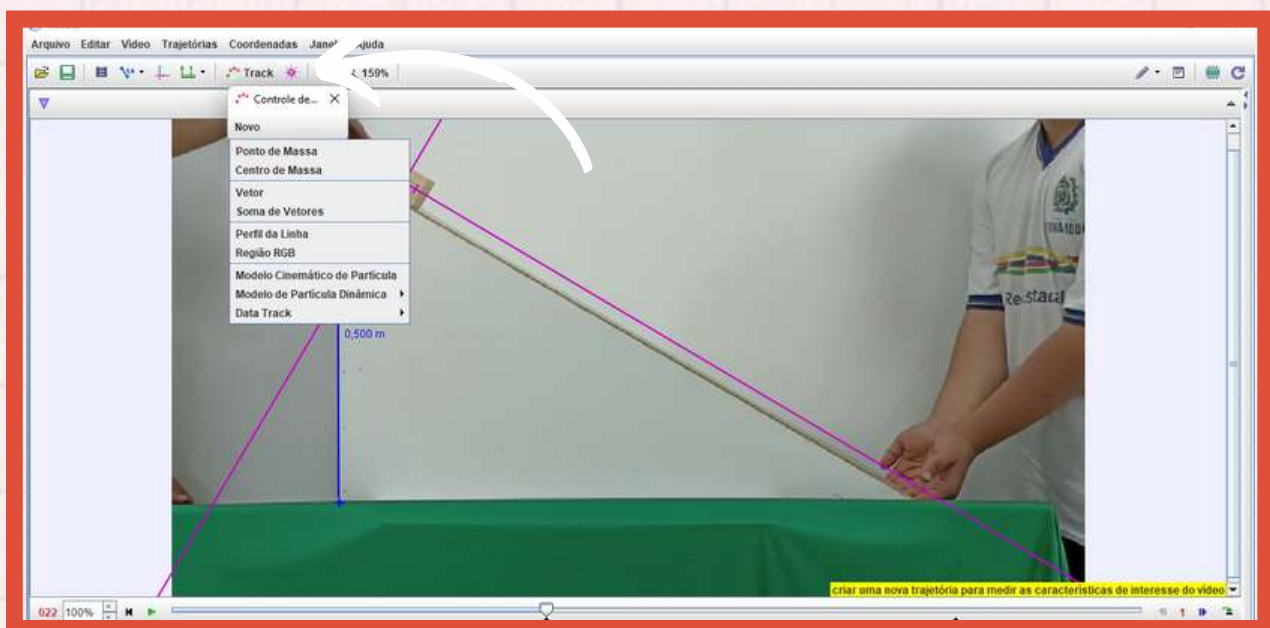


FIGURA 15 - FONTE AUTOR

- Capturar as posições do objeto a cada frame, portanto, de forma manual e na posição que será analisada, deve-se manter pressionado a tecla SHIFT e com o mouse clicar no ponto a ser analisado. figura 16

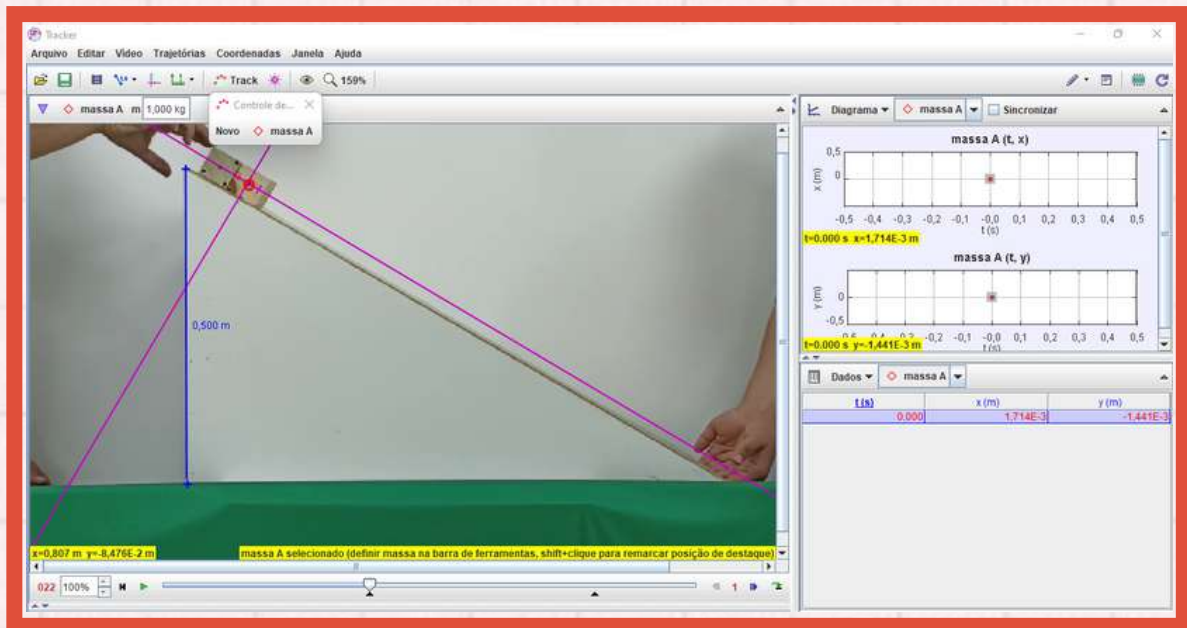


FIGURA 16 - FONTE AUTOR

- Após a posição ser capturada, um ponto no gráfico no lado direito é criado sendo ele o primeiro ponto será associado ao tempo inicial o valor 0.
- Automaticamente, após a captura do ponto ser feita, o frame seguinte será mosrado, pois para as posições iniciais serão muito próximos, ter muito cuidado nesse passo para não analisar o mesmo ponto.

- Pontos capturados quadro a quadro (figura 17)

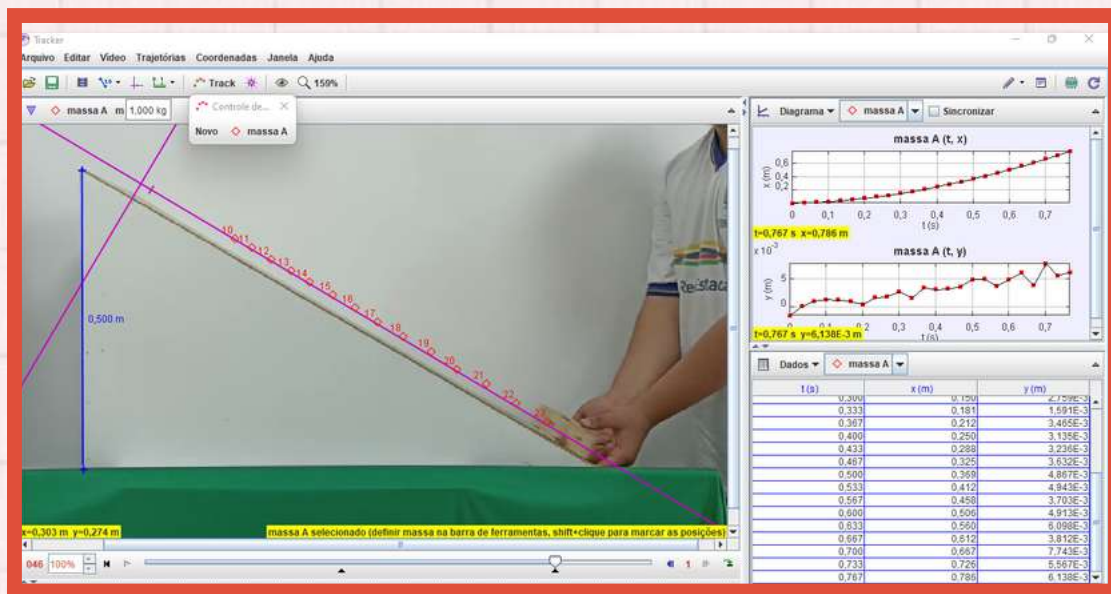


FIGURA 17 - FONTE AUTOR

- Em seguida iremos analisar o gráfico gerado pelos pontos capturados que corresponde as posições do objeto. Clicando com o botão direito do mouse no gráfico a ser analisado e em seguida analisar (figura 18)

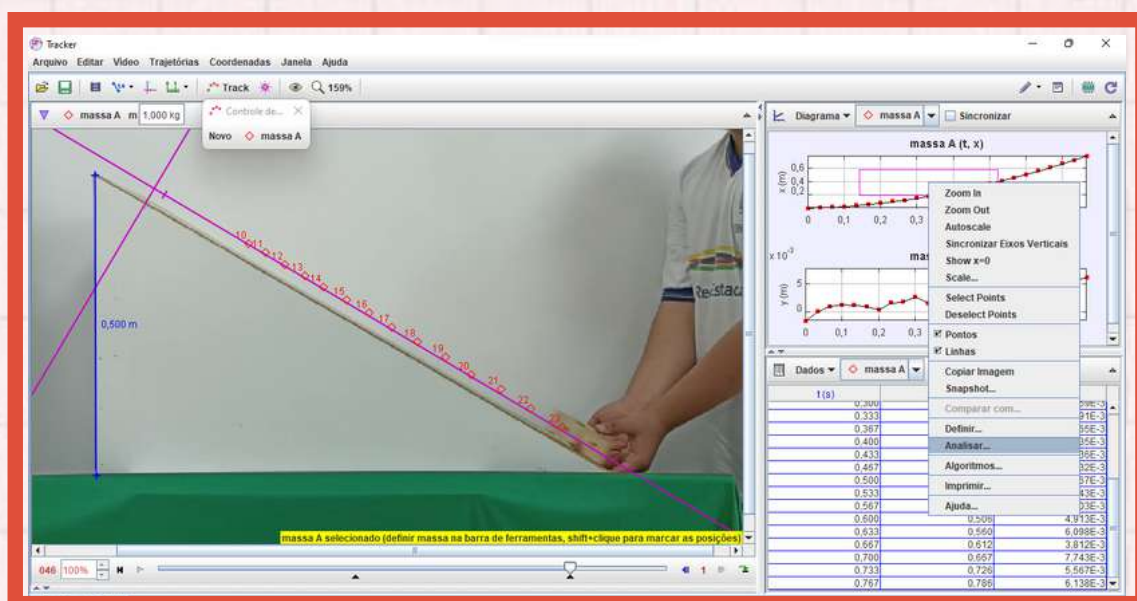


FIGURA 18 - FONTE AUTOR

- A página que irá surgir, não pode ter os pontos editados e somente analisados, por isso é importante verificar a coerência do passo anterior quanto ao gráfico que esperamos. A página a seguir mostra a janela correspondente ao gráfico gerado pelos pontos. (figura 19)

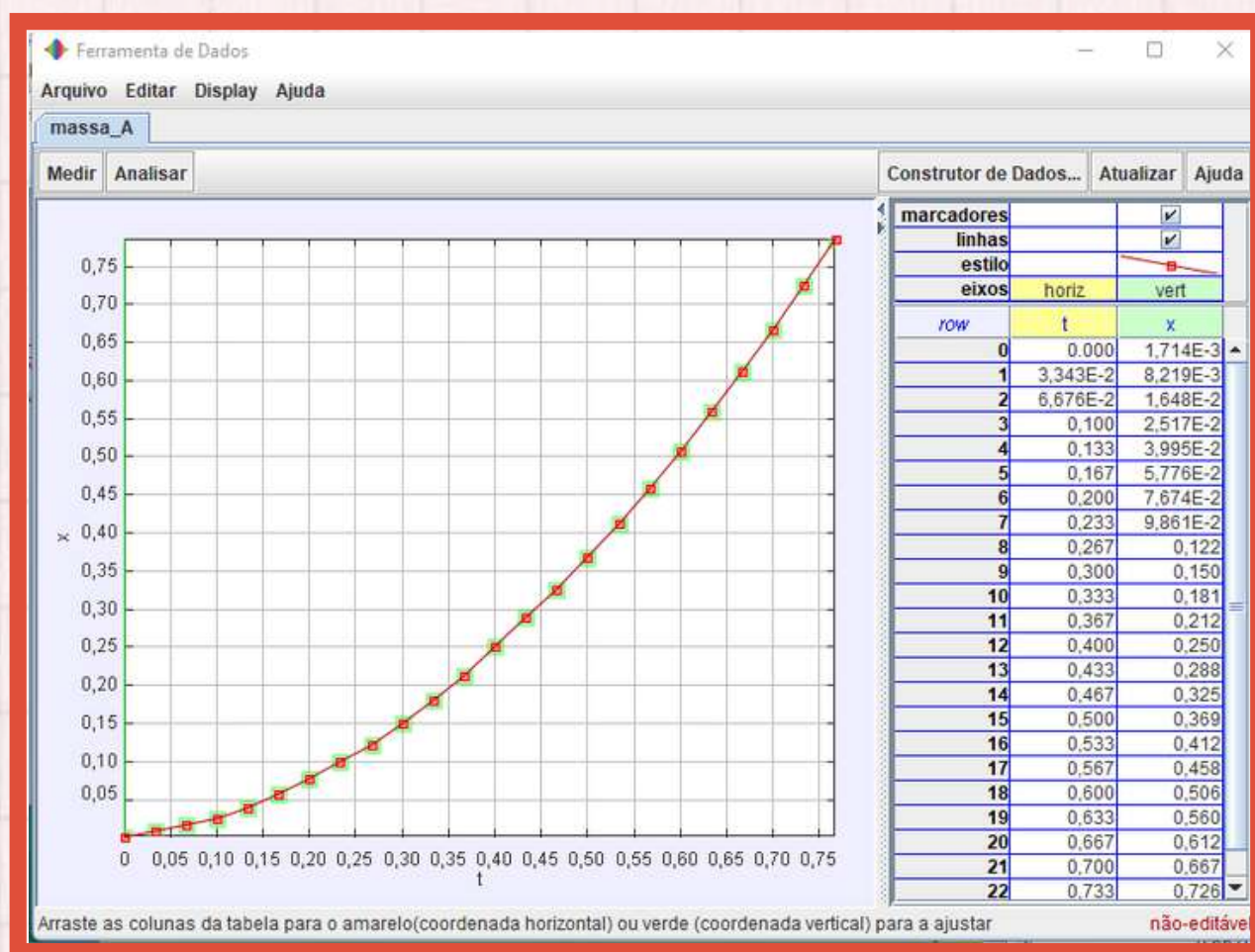


FIGURA 19 - FONTE AUTOR

- Agora é possível fazer o ajuste da curva gerada a uma parábola, clicando em analisar e fazendo o ajuste parabólico. (figura 20)

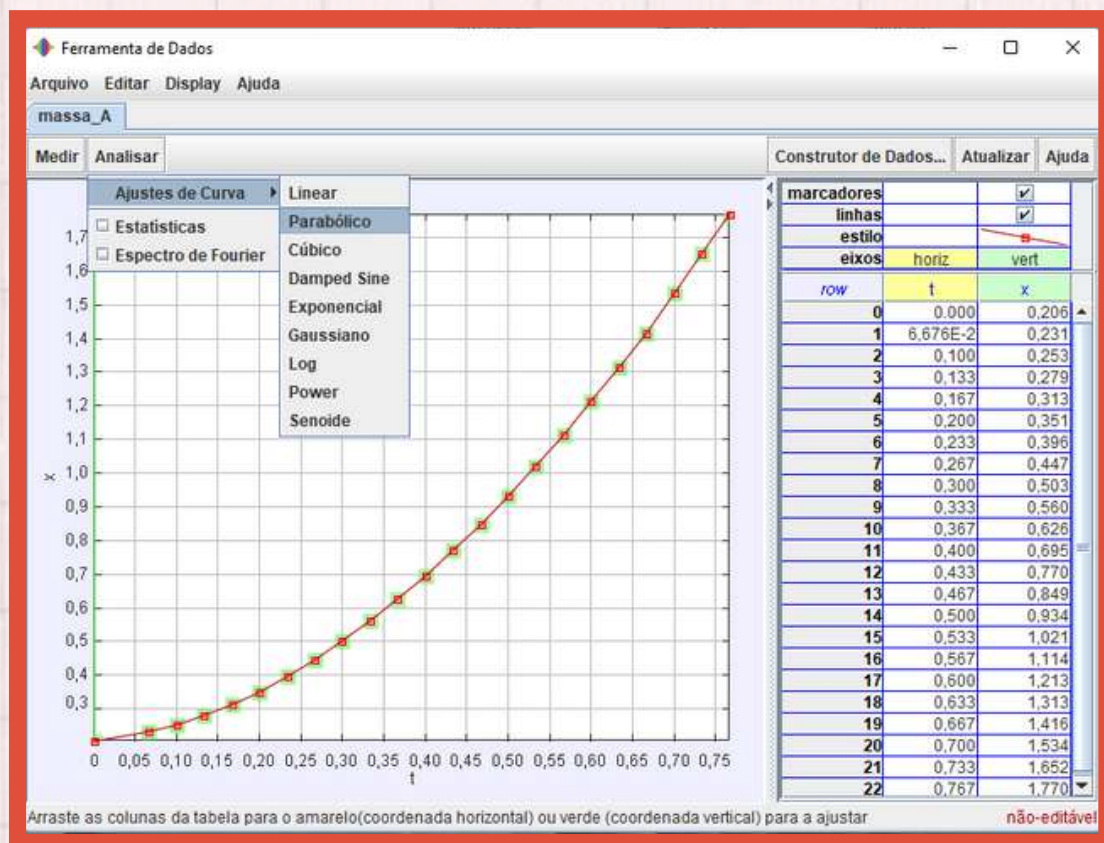


FIGURA 20 - FONTE AUTOR

- Dos dados na parte inferior da tabela, corresponde aos coeficientes do gráfico gerado. (figura 21)

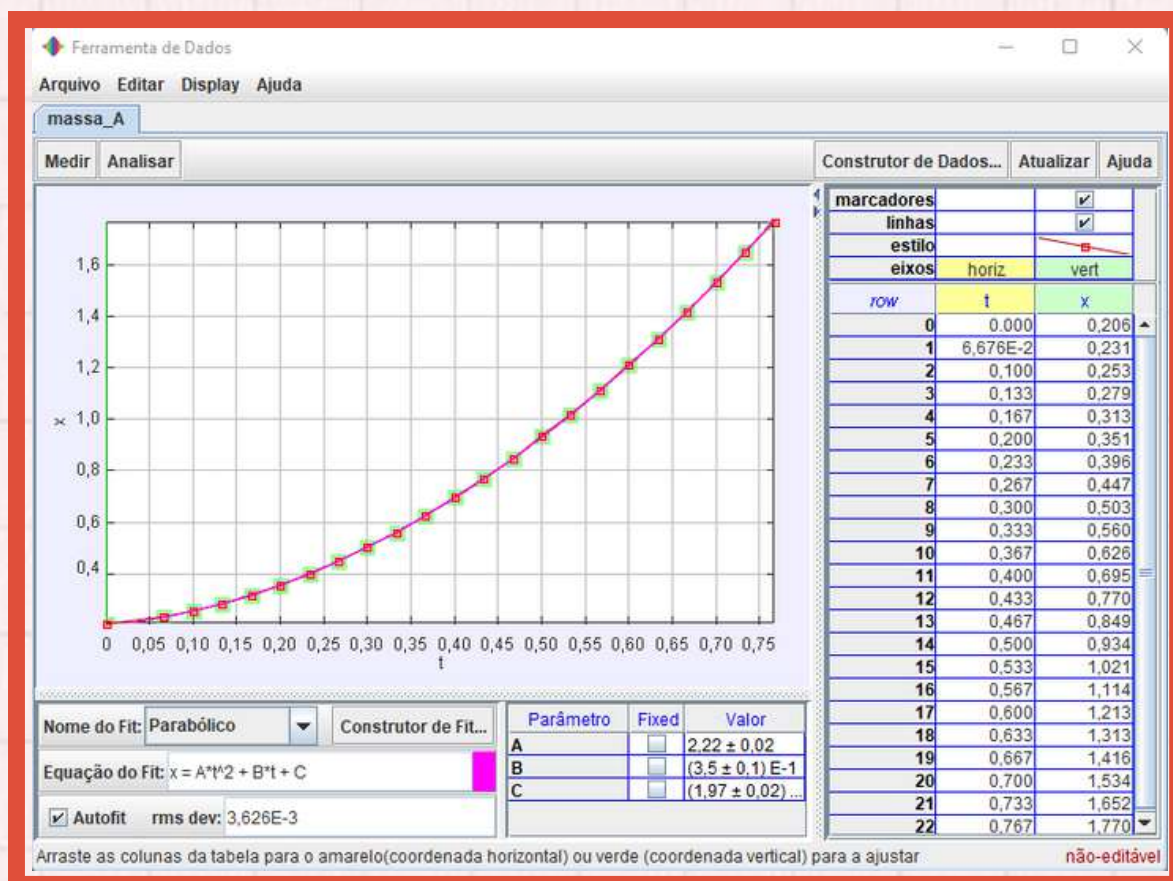


FIGURA 21 - FONTE AUTOR

- o coeficiente que nos interessa é aquele que corresponde ao valor de A, pois se refere a aceleração do movimento.

$$A = a/2$$

- onde a representa a aceleração
- tendo determinado a aceleração do movimento, deve-se utilizar o roteiro que se encontra no link abaixo para que posso dá procedimento aos estudos.

<https://drive.google.com/drive/folders/1tte1djhSN3ucb0QP5HdveCc2b4YzfbZq?usp=sharing>

CAPÍTULO 3

APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Nesta parte ser descrito como será aplicada a atividade levando em conta os passos da ABProb, o número de aulas que serão utilizadas e onde o professor irá utilizar todo o material preparado na primeira parte do produto. Então o professor irá sugerir que os alunos se dividam em grupos entre 5 e 7 alunos para que cada grupo possa investigar uma situação, ficando então, a critério do professor escolher os grupos ou deixar que os alunos formem seus grupos por mais afinidade, sendo importante para desenvolver o caráter colaborativo.

Para dar início a aplicação da ABProb, os passos abaixo listados seguem como indicado pela Maastricht University.

PASSO 1 – DISCUTIR O TEMA

Diante de toda a turma, o professor deverá reproduzir os vídeos, onde assim, poderá ser "discutido o caso", instigando o aluno com perguntas acerca da relação entre a força de atrito e área de contato.

PASSO 2 – IDENTIFICAR PERGUNTAS

Esse passo poderá ser aplicado junto com o primeiro. O professor deverá então, fazer perguntas quanto a relação da área de contato e a força de atrito.

PASSO 3 – BRAINSTORMING

Pesquisar e registrar o que se sabe sobre o problema

PASSO 4 – ANÁLISE DE RESULTADOS NO BRAINSTORMING

Comparar as informações encontradas no passo anterior com o que foi inicialmente pensado. Na literatura sobre física há algumas descrições detalhadas a respeito das leis de atrito, o livro didático pode ser uma fonte que colabore com a pesquisa.

Neste passo, é possível iniciar a análise de dados através de medidas experimentais, portanto, com a ajuda do roteiro de experimentos, o aluno entra em contato com todo aparato experimental para obter medidas e comparar dados encontrados na literatura. O roteiro de experimento se encontra em anexo.

PASSO 5- DEFINIR TAREFAS E OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

O professor deverá ser preparar com antecedência para que nesse passo a análise de vídeo possa ser feita. Então, neste momento ao procurar uma forma de investigar essa situação, o professor como tutor, deve então sugerir uma análise dos vídeos utilizando-se como recurso didático o software Tracker e mostrando que o mesmo daria como resultados informações importantes acerca do problema.

.

PASSO 6 – ESTUDAR O TEMA.

De posse dos dados, fazer o estudo e responder as perguntas contidas no formulário B proposta pelo professor para direcionar o aluno em busca de uma solução para o problema, por exemplo, qual a aceleração do corpo que desliza sobre o bloco? Isso é importante para determinar o coeficiente de atrito.

PASSO 7 – SINTETIZAR OS RESULTADOS/SOLUÇÕES/REFLEXÕES:

Responder o formulário C, elaborado com perguntas abertas e fechadas acerca da situação problema, garantindo que o aluno não fuja do tema central.

Link do formulário se encontra abaixo:



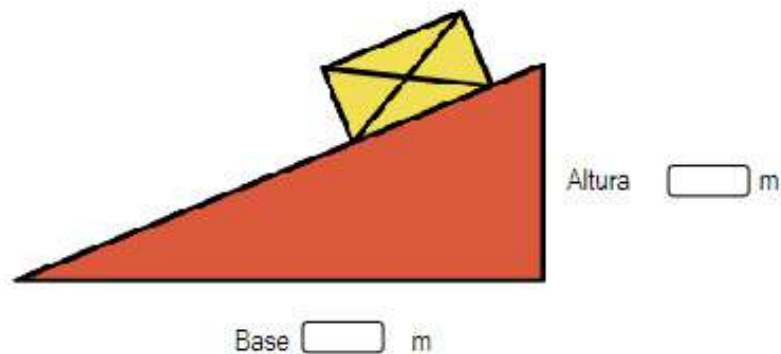
APÊNDICES

ROTEIRO DE EXPERIMENTO

Roteiro de Avaliação da relação área de contato e atrito entre duas superfícies

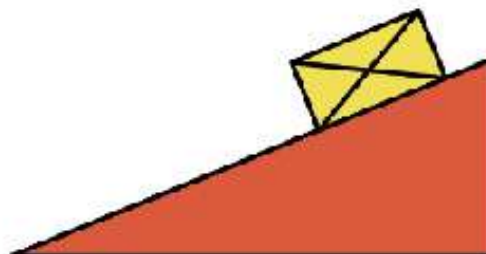
Parte 1 – Medidas e Equações

- 1 – Determinar as medidas do plano inclinado (em metros);



- 2 – Determinar o ângulo de inclinação (θ) do plano utilizado;

- 3 – Fazer o diagrama de forças que atuam no bloco, e indicar o significado de cada força;



4 – A partir do passo anterior, e considerando que o bloco desliza com aceleração "a", escreva a equação para o coeficiente de atrito em função da aceleração.

5 – Determinar as constantes do movimento no plano inclinado considerando os dados anteriores

$tg(\theta)$	
$\frac{sec\ sec(\theta)}{g}$	

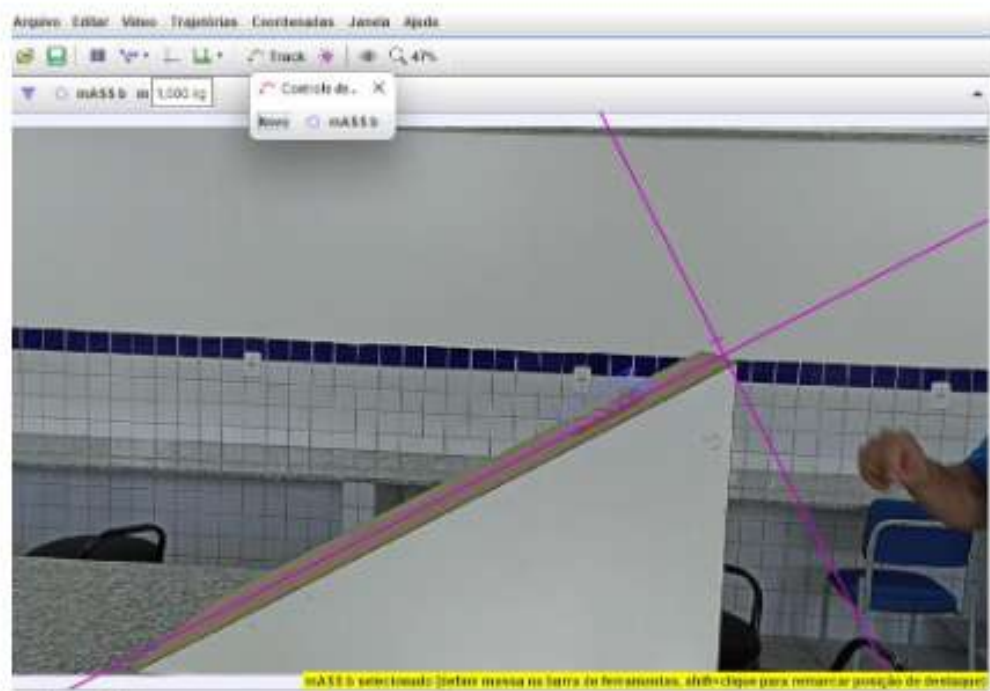
6 – Rescreva a equação do coeficiente de atrito em função dos valores obtidos no passo anterior

Parte 2 – Análise de Vídeo

A tarefa é determinar a aceleração da gravidade e o coeficiente de atrito utilizando o software Tracker como ferramenta de análise de vídeo em duas etapas:

A – Com um objeto deslizando sobre um plano inclinado com máximo de sua área em contato com o plano inclinado

B – Com um objeto deslizando sobre um plano inclinado com o mínimo de sua área de contato com o plano inclinado



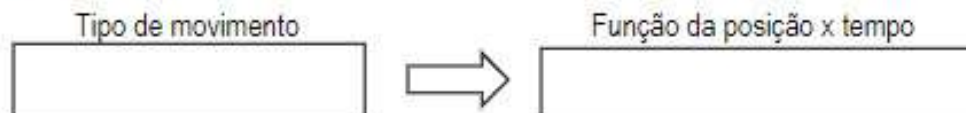
ETAPA A

1 - Analisando o gráfico gerado, preencha a tabela com os dados gerados para a curva parabólica ajustada.

$$\Rightarrow At^2 + Bt + C$$

Coefficientes	Valores
A	
B	
C	

2 - Determinar as grandezas físicas analisadas no passo anterior e seus respectivos valores.



Grandezas	Valores

3 - Preencha a tabela abaixo e determine o coeficiente de atrito em cada coluna correspondente, considerando as informações a seguir;

$$\mu = \operatorname{tg}(\theta) - \frac{a \cdot \sec \sec(\theta)}{g}$$

$\operatorname{tg}(\theta) = X$	$\frac{\sec \sec(\theta)}{g} = Y$	a	$\mu = X - aY$

ETAPA B

1 - Analisando o gráfico gerado, preencha a tabela com os dados gerados para a curva parabólica ajustada.

$$\Rightarrow At^2 + Bt + C$$

Coefficientes	Valores
A	
B	
C	

2 - Determinar as grandezas físicas analisadas no passo anterior e seus respectivos valores.



Grandezas	Valores

3 - Preencha a tabela abaixo e determine o coeficiente de atrito em cada coluna correspondente, considerando as informações a seguir;

$$\mu = \operatorname{tg}(\theta) - \frac{a \cdot \sec \sec(\theta)}{g}$$

$\operatorname{tg}(\theta) = X$	$\frac{\sec \sec(\theta)}{g} = Y$	a	$\mu = X - aY$