

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM FORMAÇÃO  
CIENTÍFICA, EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA – PPGFCET.**

MARCUS VINICIUS PERES

**MATERIAL DE APOIO RELACIONADO AO EXPERIMENTO DA DIFRAÇÃO DE  
ELÉTRONS:**

**ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA BASEADO EM  
ATIVIDADES DE LABORATÓRIO MEDIADAS PELA UTILIZAÇÃO DE UM  
SOFTWARE DE ANÁLISE E MODELAGEM.**

CURITIBA – PR

2016

MARCUS VINICIUS PERES

**MATERIAL DE APOIO RELACIONADO AO EXPERIMENTO DA DIFRAÇÃO DE ELÉTRONS:**

**ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA BASEADO EM ATIVIDADES DE LABORATÓRIO MEDIADAS PELA UTILIZAÇÃO DE UM SOFTWARE DE ANÁLISE E MODELAGEM.**

Produto associado à dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Tecnologias de Informação e Comunicação.

Orientador: Professor Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr

Co-orientador: Professor Dr. Jorge Alberto Lenz

CURITIBA – PR

2016

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

P437m Peres, Marcus Vinicius  
2016 Material de apoio relacionado ao experimento da difração de elétrons / Marcus Vinicius Peres, Arandi Ginane Bezerra Junior, Jorge Alberto Lenz.-- 2016.  
15 f. : il. ; 30 cm

Bibliografia: p. 15.

1. Elétrons – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Tecnologia educacional. 4. Física – Estudo e ensino. I. Bezerra Junior, Arandi Ginane. II. Lenz, Jorge Alberto. III. Título.

CDD: Ed. 22 – 507.2

---

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

## EXPERIMENTO DA DIFRAÇÃO DE ELÉTRONS

O experimento se resume a acelerar elétrons, com o auxílio de diferentes tensões, contra um alvo (cristal de grafite). Quando estes elétrons “colidem” com o cristal, são espalhados formando um padrão de difração.



Figura 1 – Experimento da difração de elétrons

“O experimento didático da difração de elétrons conta com três estruturas básicas: (a) fonte de alta tensão, (b) bulbo com o alvo, (c) fonte de alta tensão auxiliar. Com a estrutura (a) pode-se variar a tensão de 0 a 10kV (variemos até um máximo de 8kV para preservar o equipamento) aquecendo o filamento (dentro da estrutura (b)) responsável pelo lançamento dos elétrons. O equipamento (c) permite-nos variar as tensões entre as grades do experimento, regulando a intensidade dos anéis de difração.”

Para trabalharmos com os valores extraídos do experimento utilizamos, basicamente, as seguintes equações. A primeira relaciona o comprimento de onda e a tensão aplicada. A segunda evidencia o raio do anel de difração em função do comprimento de onda.

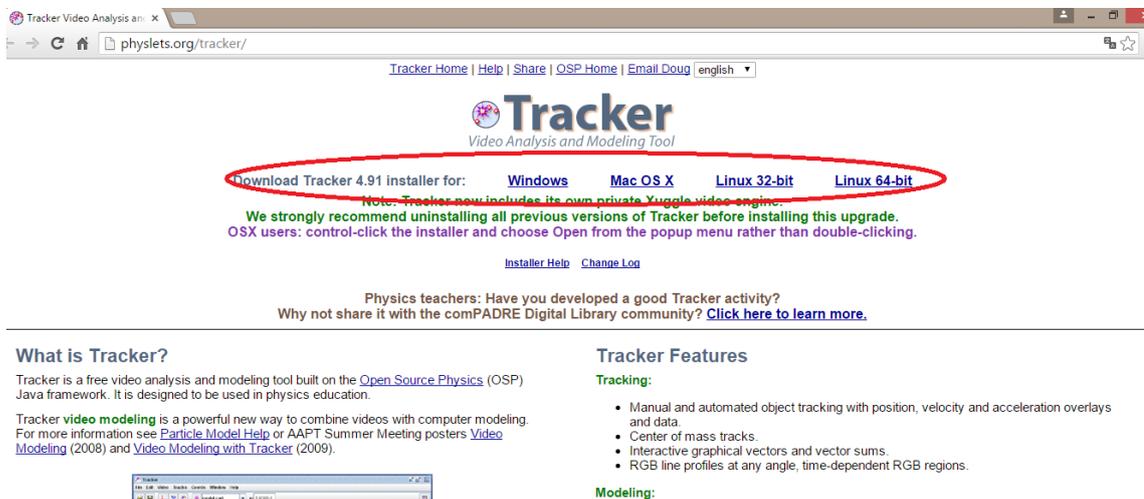
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2Uem}} \quad (1)$$

$$r = \frac{2Rn\lambda}{d} \quad (2)$$

# VIDEOANÁLISE DO EXPERIMENTO DE MILLIKAN

## Instalação do *Tracker*

Vá até a página <<http://physlets.org/tracker/>>. Baixe o programa de acordo com seu sistema operacional (*Windows*, *Mac*, *Linux* e etc.).

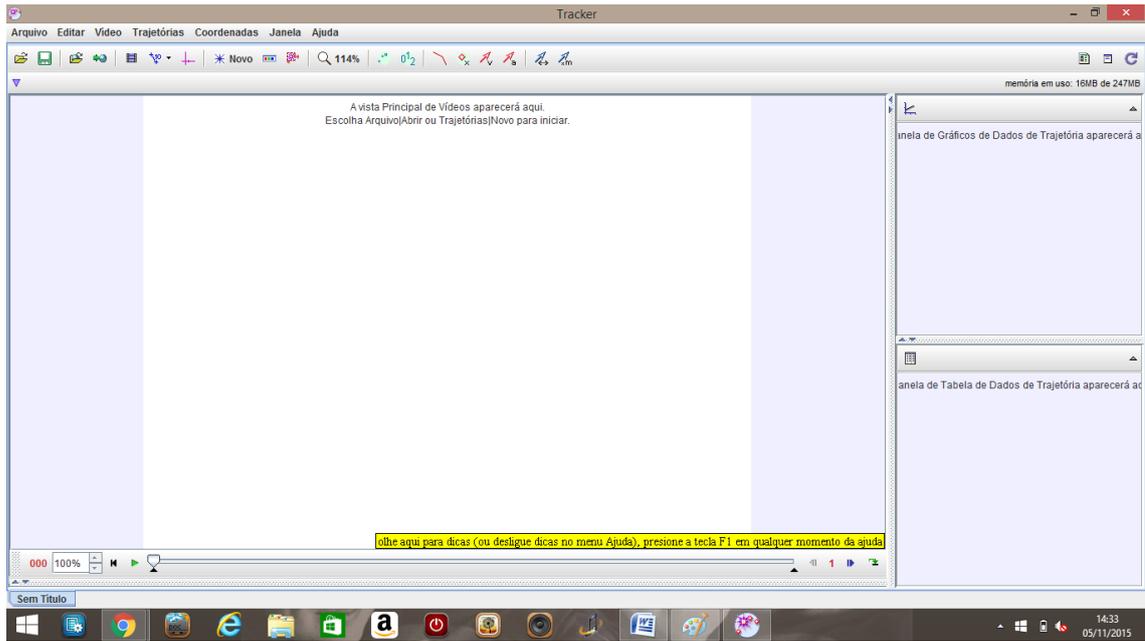


Avance até concluir a instalação do programa.

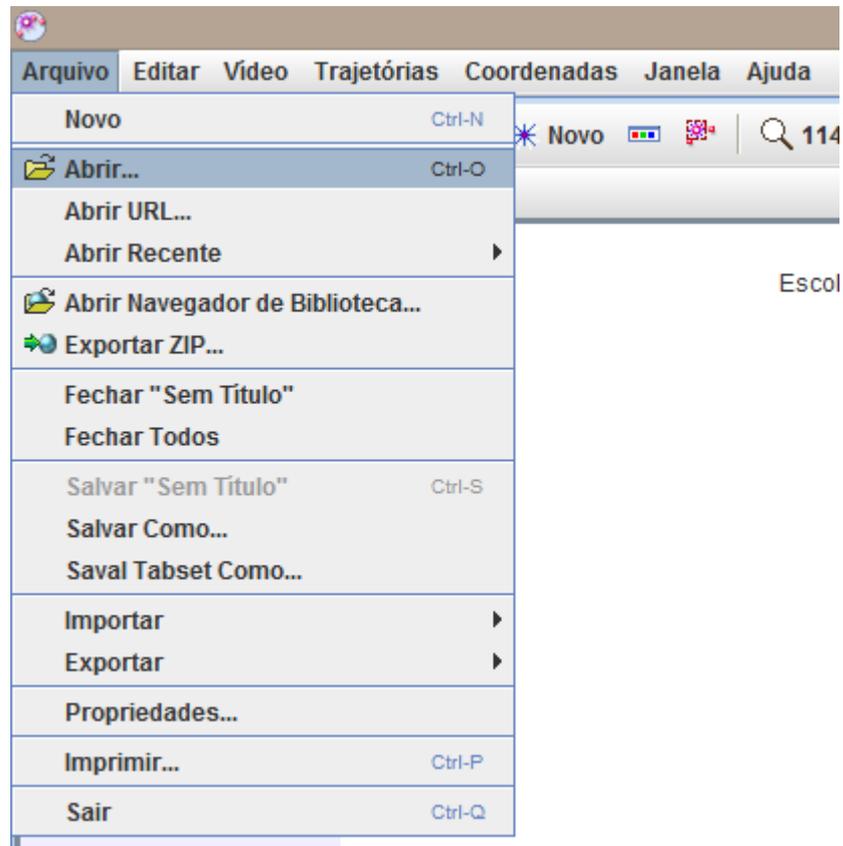
\*Pode ser necessário atualizar as versões do programa *Java* e também do *Quicktime*, disponíveis em: <[https://www.java.com/pt\\_BR/](https://www.java.com/pt_BR/)> e <<http://www.apple.com/br/quicktime/>>.

## Começando a atividade:

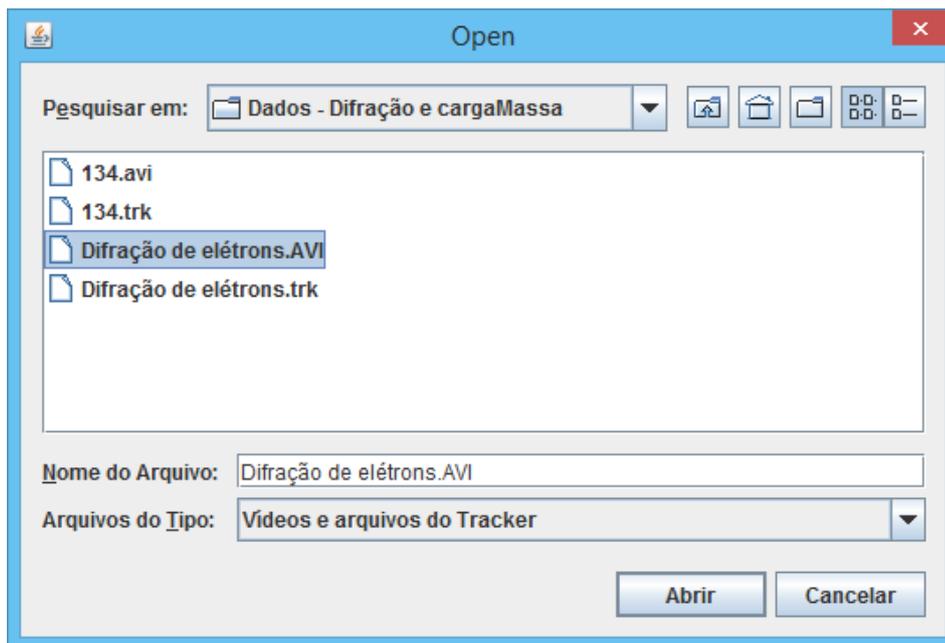
Abra o *Tracker* e verá a seguinte tela:



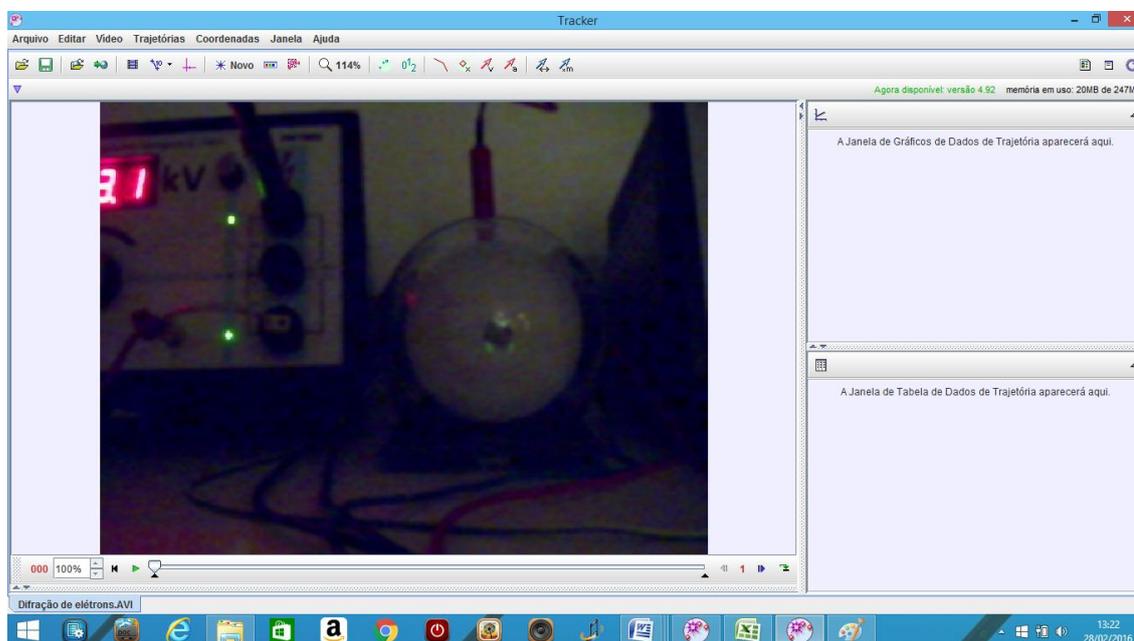
Clique na aba “ARQUIVO” e em seguida selecione a opção “ABRIR”.



Abra o vídeo Difração de Elétrons.AVI



O vídeo irá abrir no *Tracker* e a tela do *software* ficará da seguinte maneira:



Note que na parte inferior da tela a uma barra de tempo do vídeo. Os dois ícones pretos (circulados de vermelho), delimitam a parte do vídeo de sua preferência.

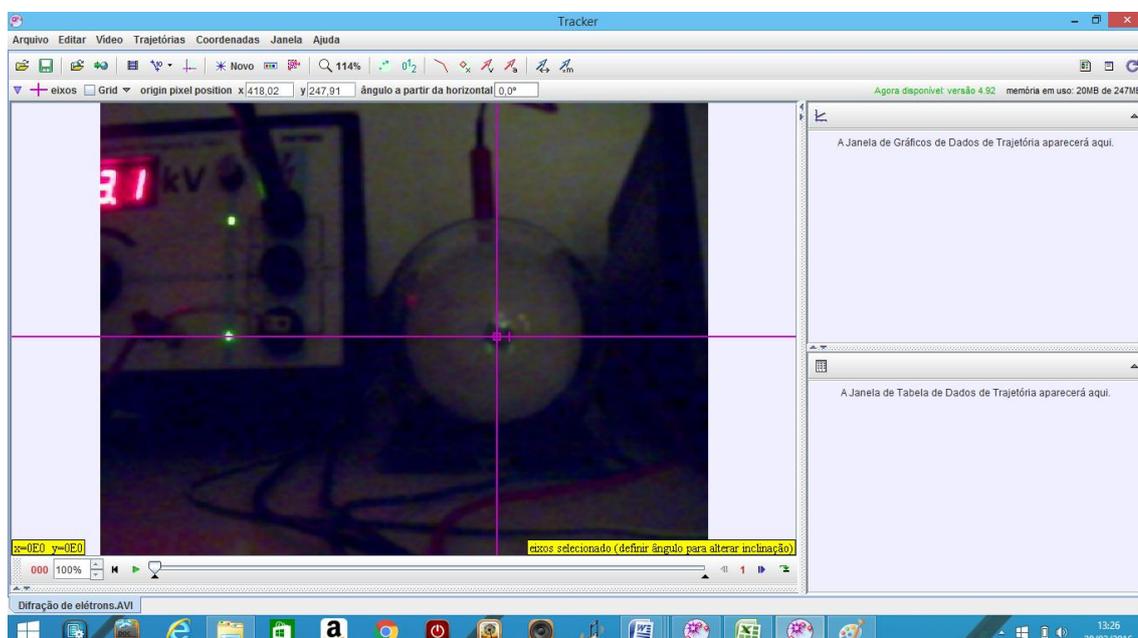


Em seguida, clique no ícone dos “EIXOS DE COORDENADAS” (circulados de vermelho).

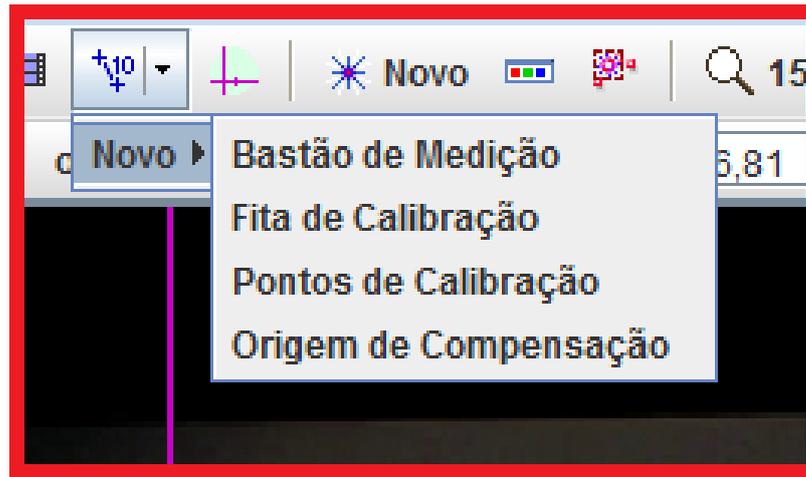


\*Posicione os eixos de coordenadas (linhas rosas) no centro do experimento, para facilitar seu trabalho. Outra coisa importante é que para mover os eixos você deve clicar no centro dos eixos e arrastá-los para a posição de interesse.

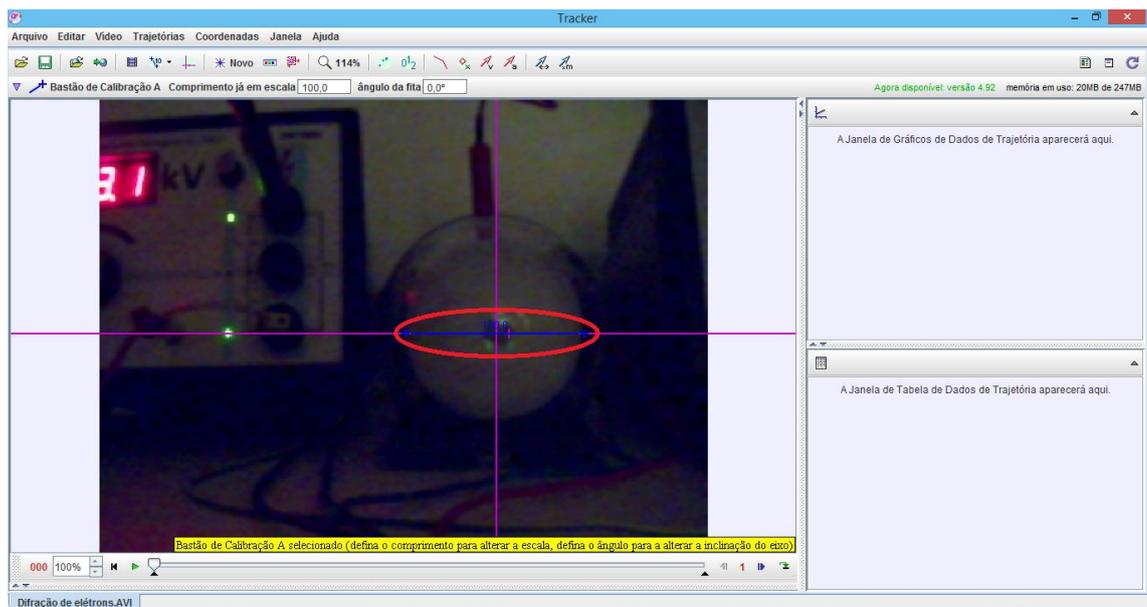
A tela do *Tracker* ficará assim:



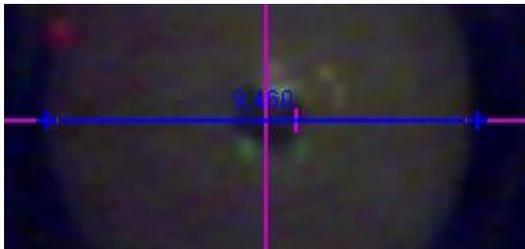
Clique no ícone “FITA MÉTRICA COM TRANSFERIDOR”, na barra de ferramentas do programa, aparecerá a aba “NOVO” e em seguida selecione a opção “BASTÃO DE CALIBRAÇÃO/BASTÃO DE MEDIAÇÃO (depende da versão do programa)”:



Surgirá uma escala flexível (na cor azul e destacada pela marcação vermelha). Posicione esta barra na direção horizontal e coloque-a na parte esbranquiçada do experimento. O software ficará com o seguinte aspecto:



A parte delimitada pelo “BASTÃO DE MEDIÇÃO” vale 9,46 cm. Desta maneira clique em cima do valor 100, mude para 9,46 e aperte enter. Dessa maneira:



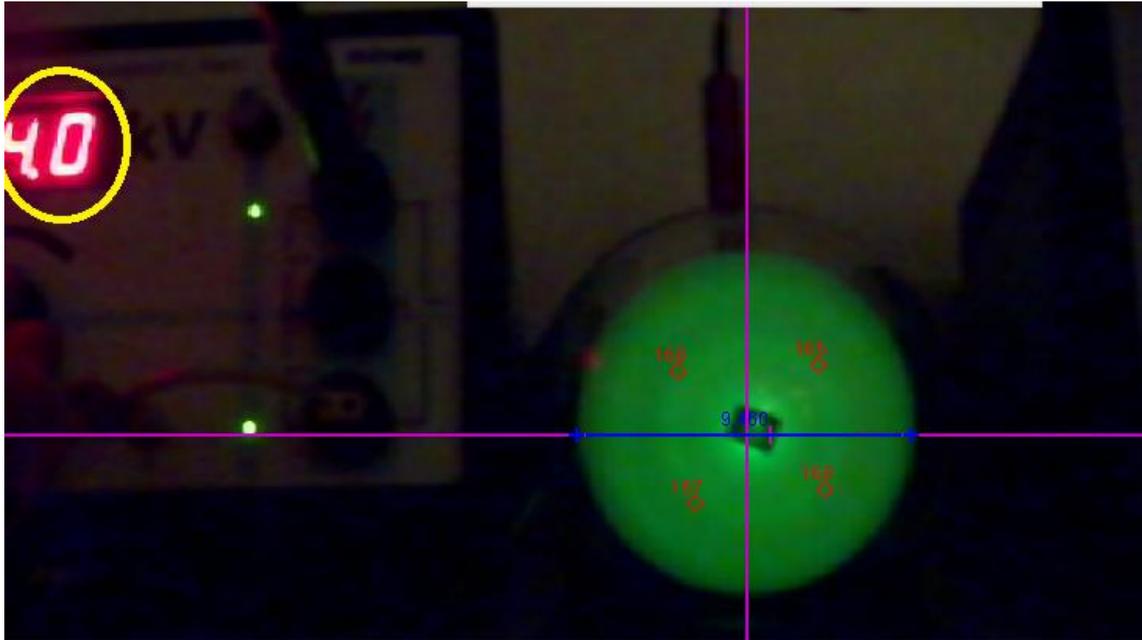
Na sequência, clique na aba “TRAJETÓRIAS”, “NOVO” e selecione “PONTO DE MASSA”



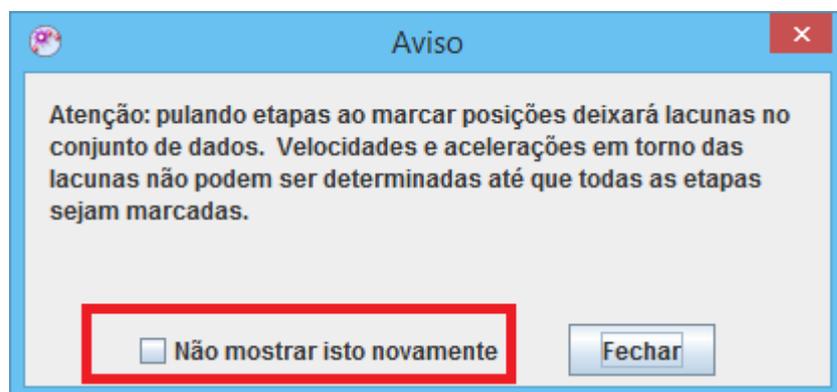
Repita o este processo quatro vezes. Assim:



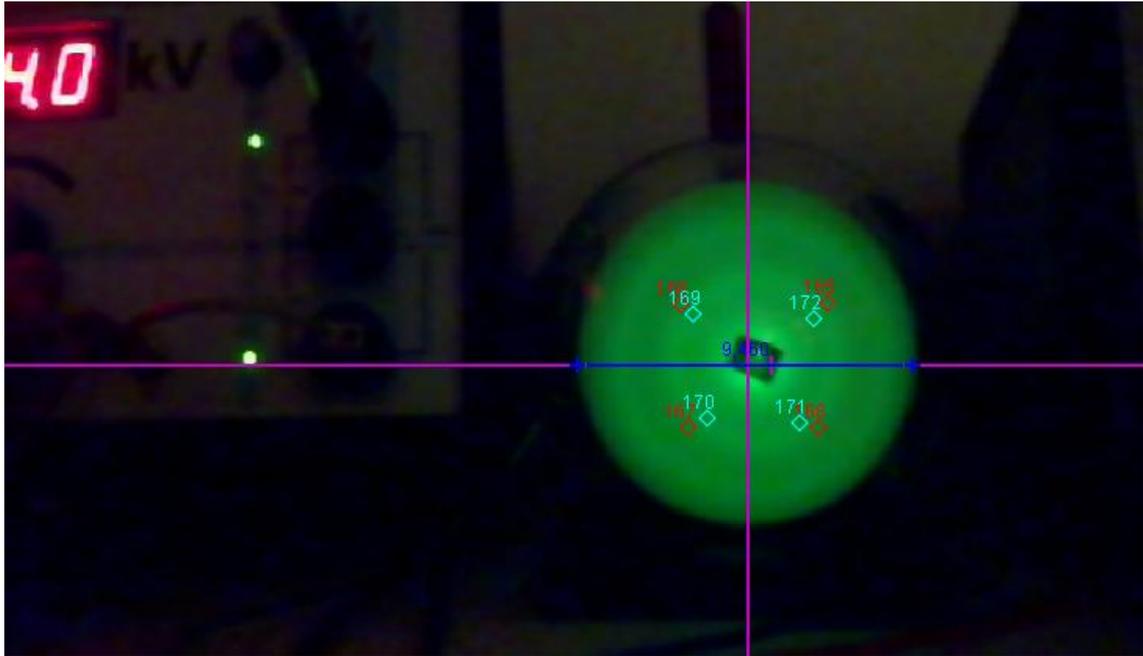
Em seguida inicie o vídeo e quando a fonte (no canto superior esquerdo do vídeo, destacado em amarelo) marcar 4 kV, pare o vídeo clique em “massa A”. Em seguida aperte SHIFT e com o BOTÃO ESQUERDO DO MOUSE, marque quatro pontos na parte externa do menor anel de difração:



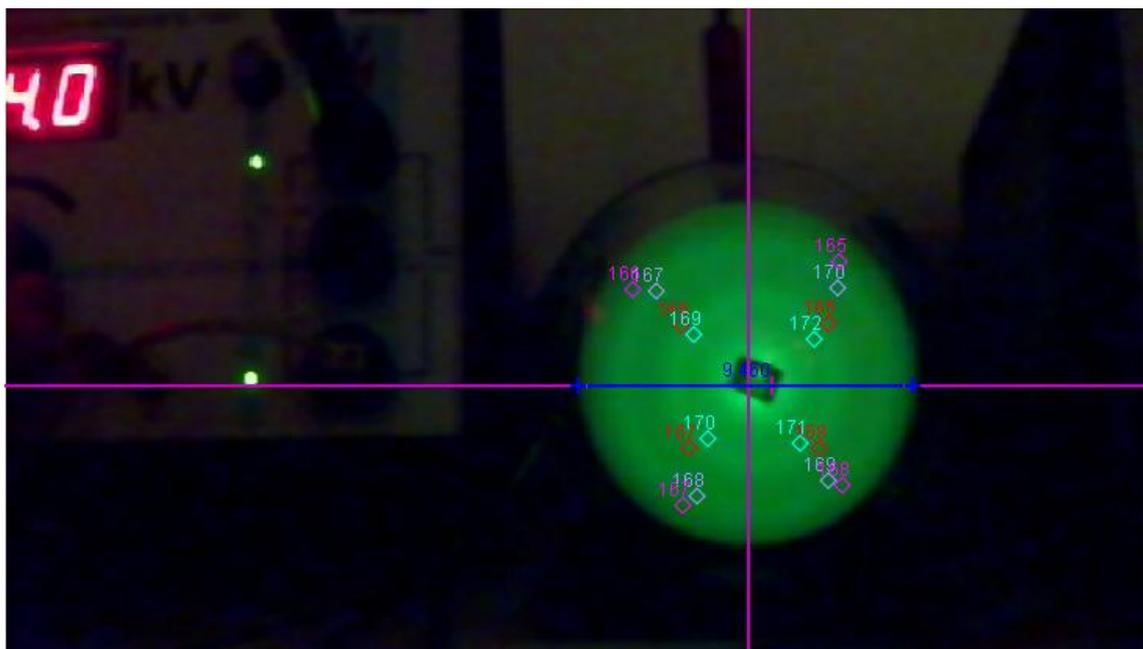
Então continue o vídeo e a cada (aproximadamente) 0,3 kV, pare o vídeo e marque mais quatro pontos. A partir da segunda vez, aparecerá a seguinte mensagem:



Marque **“Não mostrar isto novamente”** e feche a janela. Repita o processo de marcação até onde desejar. O próximo passo é iniciar o vídeo novamente e, no exato momento em que aparecem as marcações de “massa A”, parar o vídeo, clicar em “massa B” e fazer quatro marcações na parte interna do menor anel de difração. Marcar sempre com junto com as marcações da “massa A”. Portanto, a tela ficará com o seguinte aspecto:



Faça a mesma coisa para “massa C” e “massa D”. Enfim:



Portanto, a cada 0,3 kV existirão 16 pontos: 4 para marcar a parte externa do maior anel de difração; 4 para a parte interna do maior anel; 4 para marcar a parte externa do menor anel e mais 4 para a parte interna do menor.

Depois disso, no canto inferior direito, clique em DADOS e marque “r”. Repare que ao lado do botão “DADOS” você pode selecionar a “MASSA A”, “MASSA B”, “MASSA C” e “MASSA D”.



Extraia a média dos raios do anel de difração da seguinte maneira: somamos os 4 pontos externos e diminuimos os 4 internos. Dividimos por 4 para obtermos um valor que seria a distância de uma borda a outra. Dividimos o valor total por 2 para chegarmos a metade e em seguida somamos com o início do raio interno. Para isso, nas células B2 e C2 colocamos a seguinte equação:

$$=(((H23+H24+H25+H26)-(F23+F24+F25+F26))/4)/2+(F23+F24+F25+F26)/4$$

Nas células F2 e G2 estão os valores do raio menor e raio maior em metros. Para calcularmos o comprimento de onda utilizamos a equação (1) que no formato Excel é:

$$=K\$3/(RAIZ(2*L\$3*M\$3*A2))$$

## REFERÊNCIAS

PHYWE. **Manual da Phywe.** Disponível em: <[http://www.phywe-es.com/index.php/fuseaction/download /lrn\\_file/phywe-tess-phy-lep-en.pdf](http://www.phywe-es.com/index.php/fuseaction/download /lrn_file/phywe-tess-phy-lep-en.pdf)>. Acesso em: 30 de Setembro de 2015.

BEZERRA-JR, A., OLIVEIRA, L.P., LENZ, J.A., SAAVEDRA, N. “**Videoanálise com o software livre *Tracker* no laboratório didático de física: movimento parabólico e Segunda Lei de Newton**”. Caderno Brasileiro de ensino de física, vol 29, número especial 1, setembro, 2012.

DAVISSON, C. J. **The discovery of electron waves.** Nobel Lecture, December 12, 1937.