



# Efeito Fotoelétrico

Física Experimental V

2ª aula

Março 2019

# Métodos de Análise dos Dados

**Objetivo:** encontrar o potencial de corte para cada uma das frequências da radiação incidente

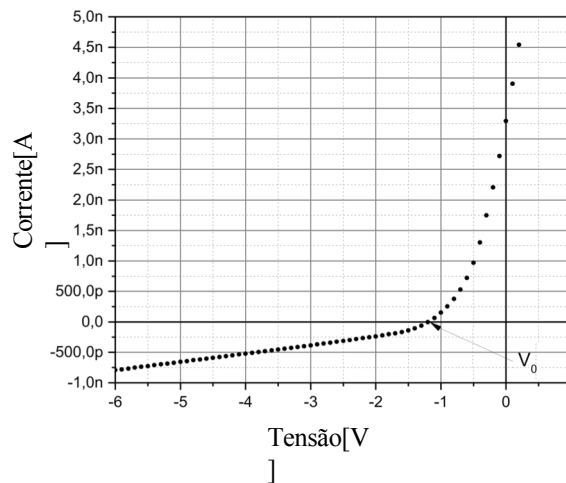
# Métodos para determinação de $V_0$ :

No experimento veremos que

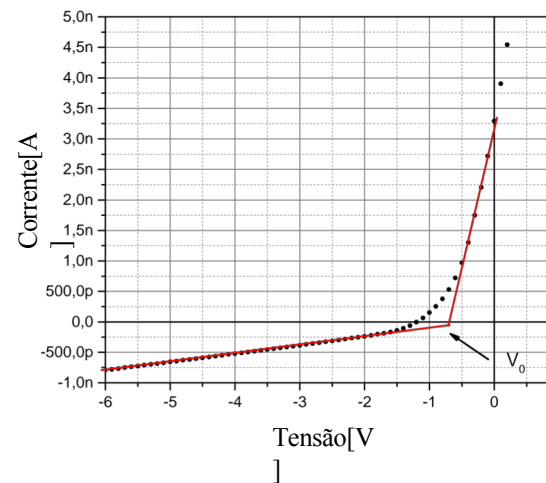
- 1) A corrente não vai a zero para potenciais menores que o potencial de parada. Porquê?
- 2) A corrente medida com a lâmpada desligada é da mesma ordem de grandeza que essa “corrente de fundo”?
- 3) Mesmo que subtraímos o efeito da corrente de fundo, a corrente da fotocélula não diminui abruptamente. Porquê?

**(uso de outros métodos: justifique!)**

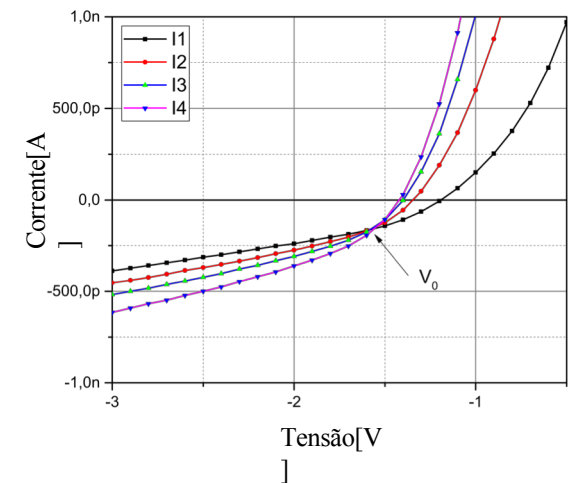
Método 1



Método 2

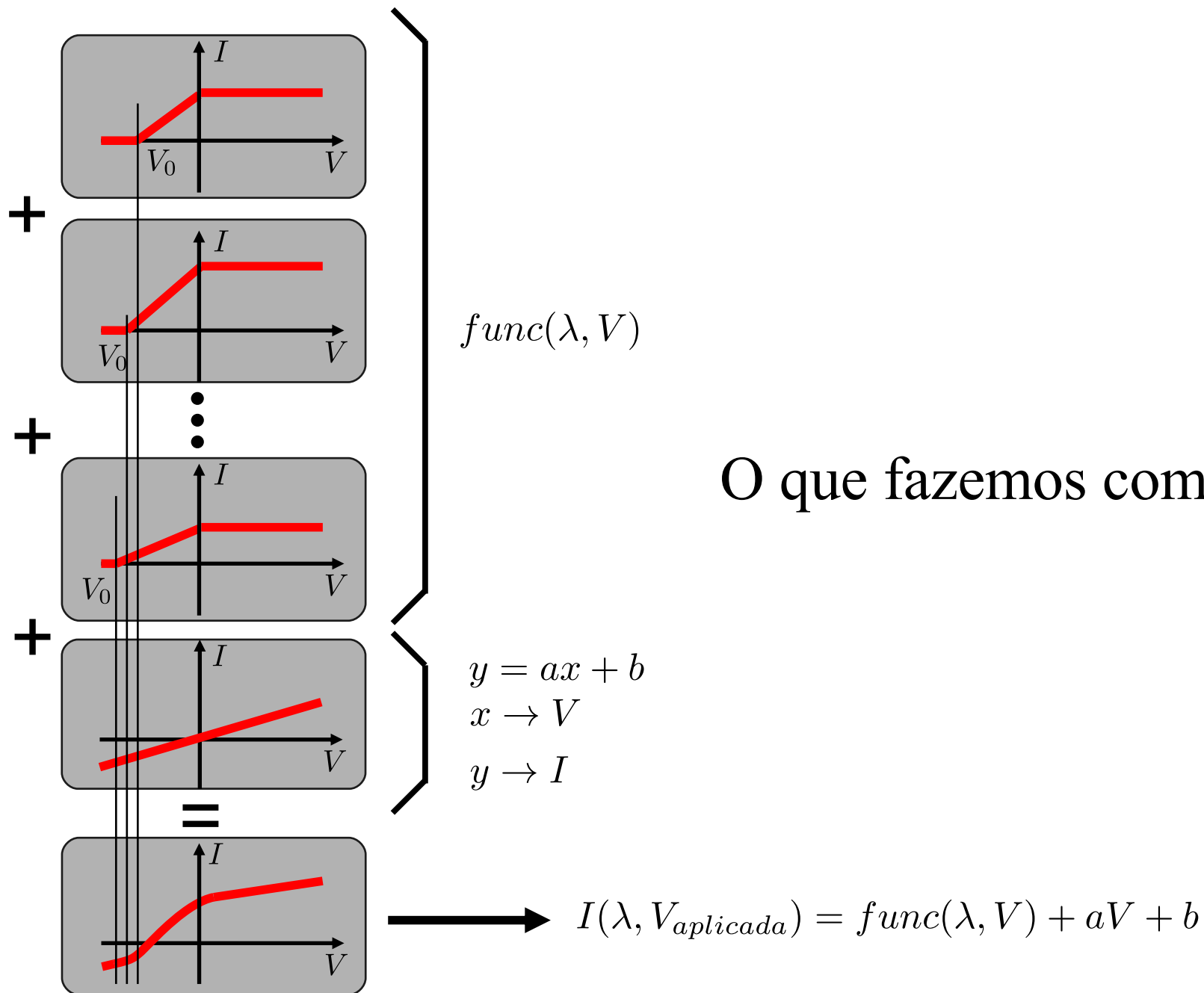


Método 3



**Justificativa para método 3: Potencial de corte independe da intensidade da radiação!  
Então o ponto de intersecção das curvas é uma boa estimativa do potencial de corte**

# Outro método para determinação de $V_0$ :





# Outro método para determinação de $V_0$ :

$$I(V_{aplicada}) = func(\lambda, V) + aV + b$$

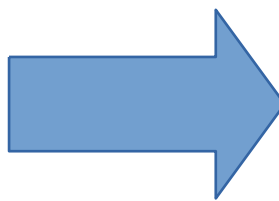
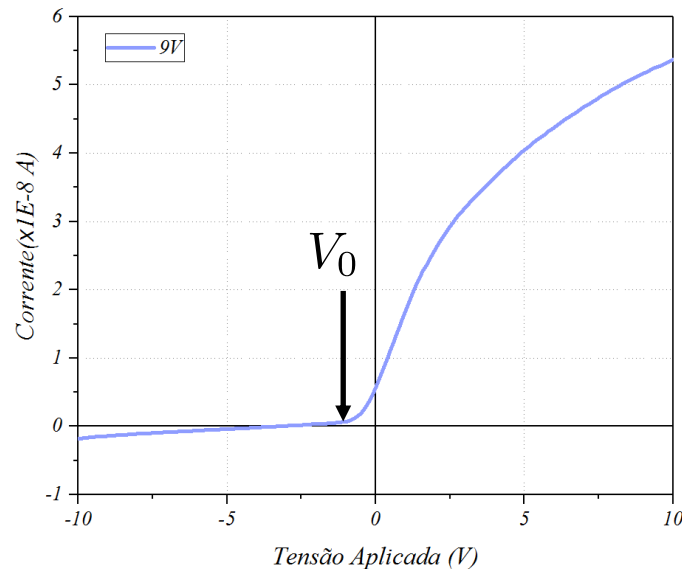
$$\frac{dI(V_{aplicada})}{dV} = \frac{dfunc(\lambda, V)}{dV} + a$$

Corrente de fundo

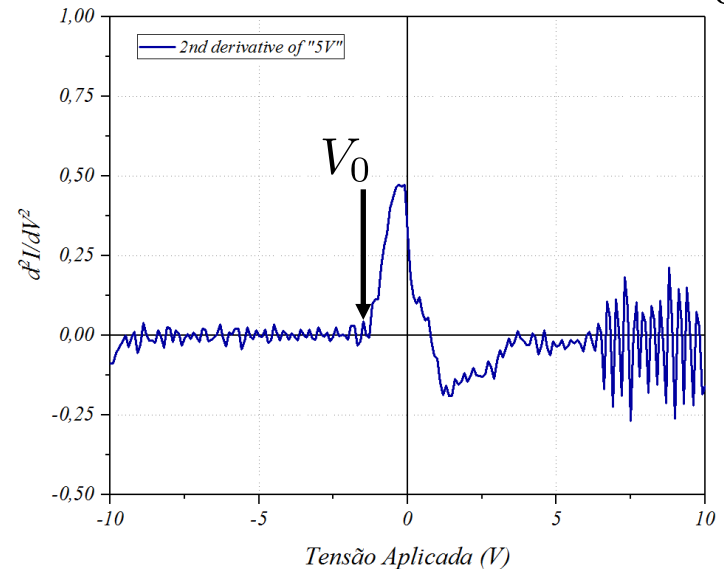
$$\frac{d^2I(V_{aplicada})}{dV^2} = \frac{d^2func(\lambda, V)}{dV^2}$$

Eliminamos a parcela da corrente relativa à corrente de fundo.

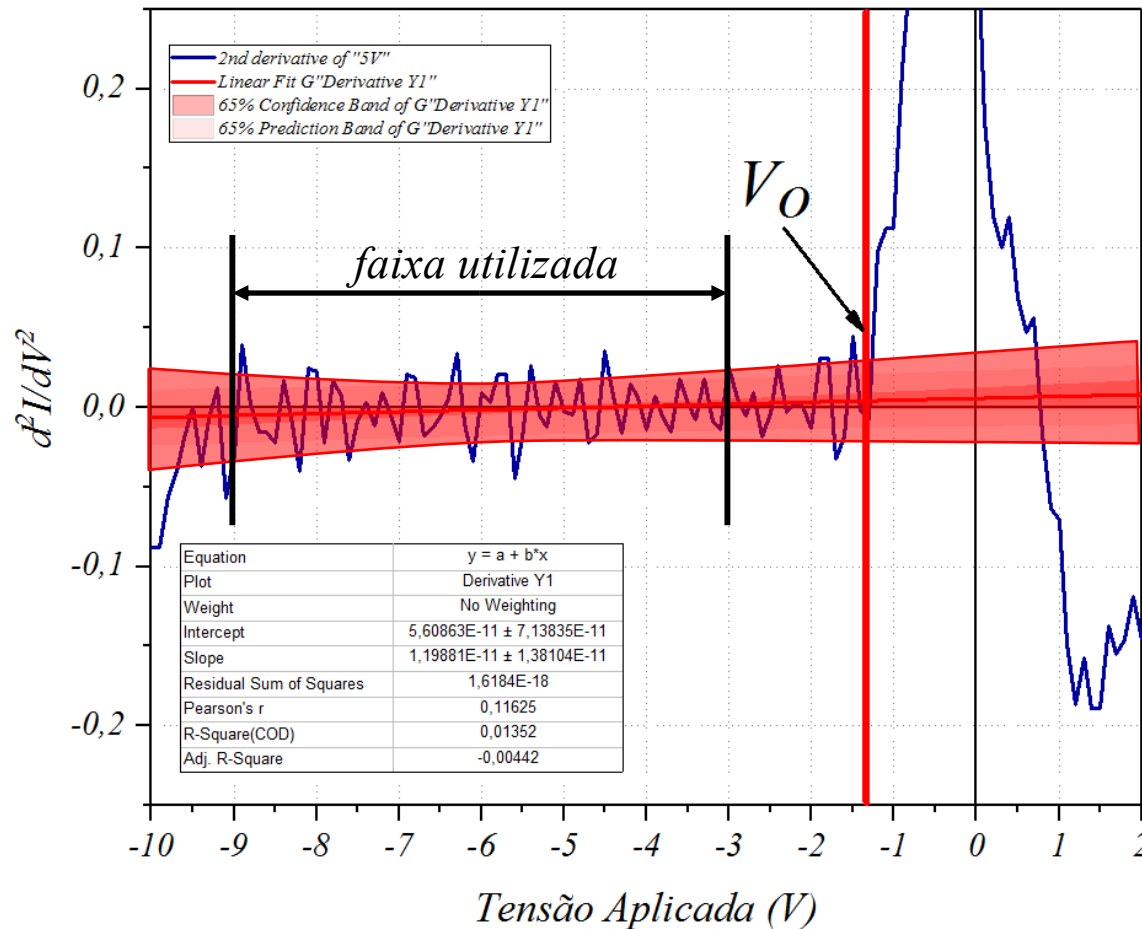
Fazemos isso numericamente, utilizando o Origin:



Qual o critério para escolher o  $V_0$  ??



# $V_0$ é tomado como o primeiro ponto fora da reta ajustada:



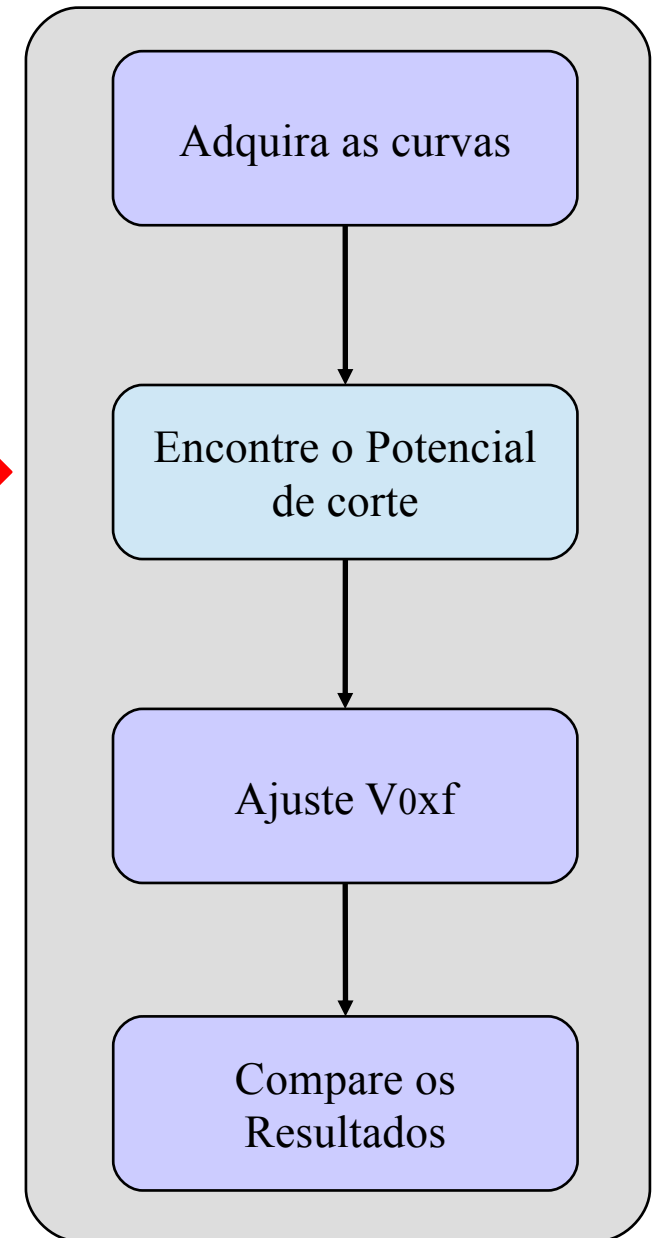
Ajustamos uma reta na região entre -9 e -3 Volts. Incluimos no Ajuste o intervalo de confiança de 68%. Consideramos o  $V_0$  como o primeiro ponto fora da zona de confiança da reta.

Usando o Origin podemos fazer o procedimento de forma simples

**Problema: Muito sensível a ruídos. Tomar dados várias vezes para cada cor e fazer estatística.**

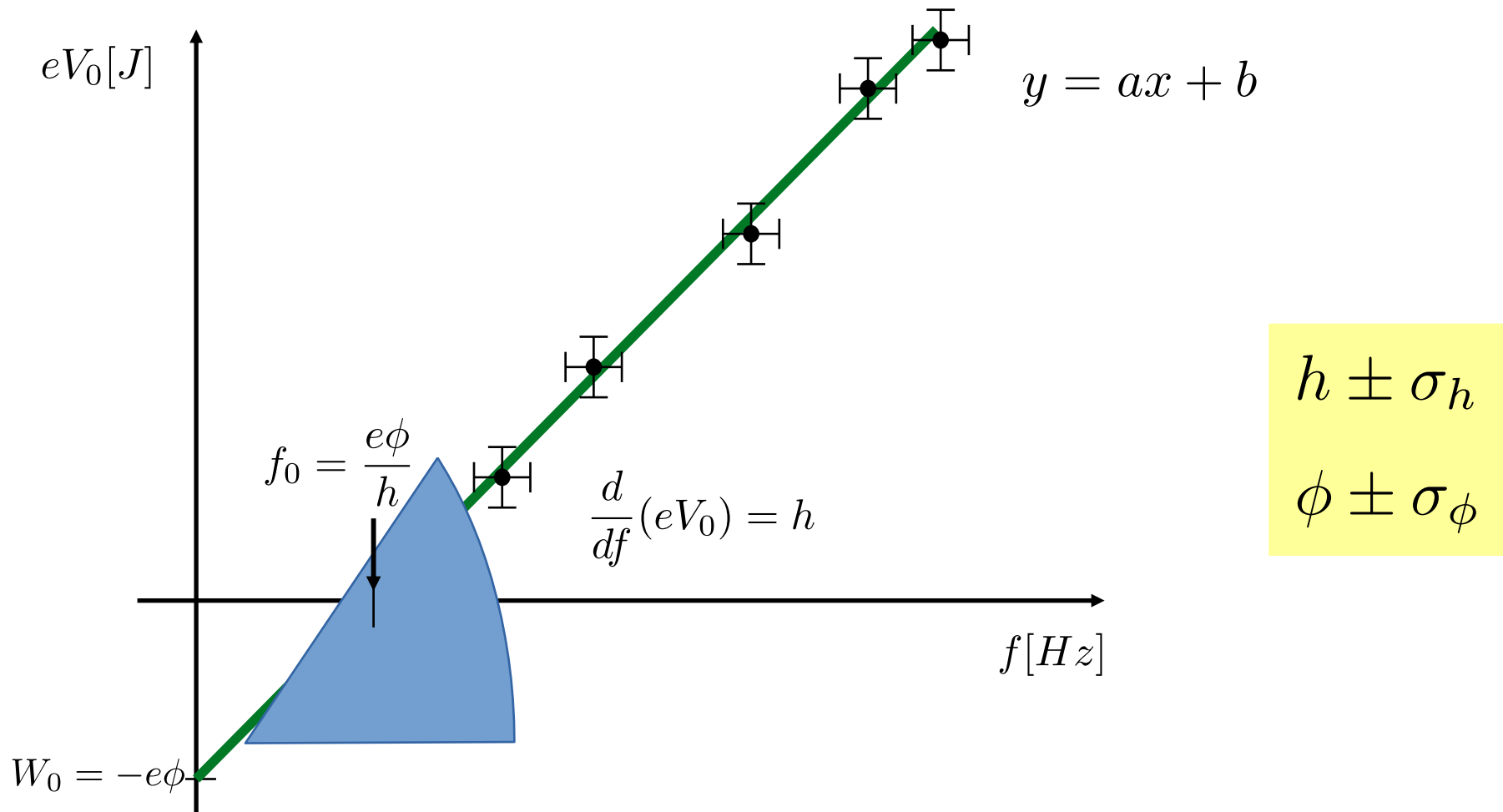
## Originalidade / Outros métodos:

Novas ideias são incentivadas!  
Tente outras formas.  
Explique em detalhes.  
Compare.



# Não esqueçam: propagar as incertezas no ajuste

(Compare os resultados com os 4 métodos)



Quais são as unidades de medida naturais deste experimento?  
Os resultados são compatíveis com os valores da literatura?

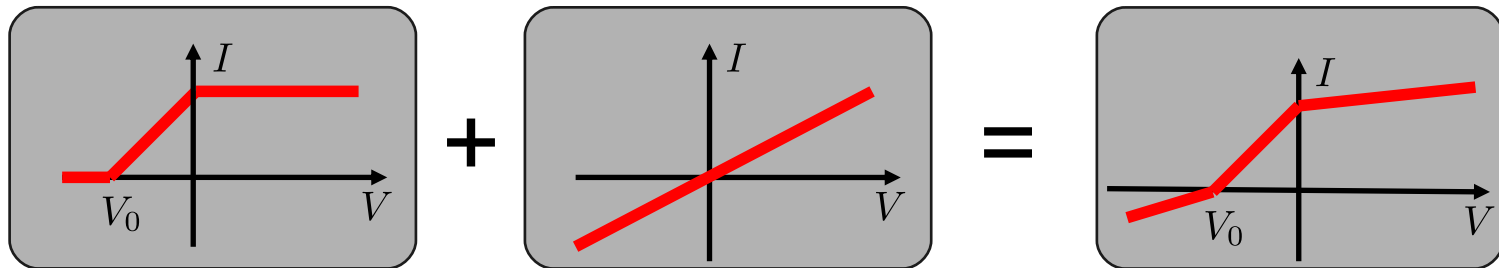
# Discussão sobre a execução do experimento

## Bons exemplos (comparação dos resultados)

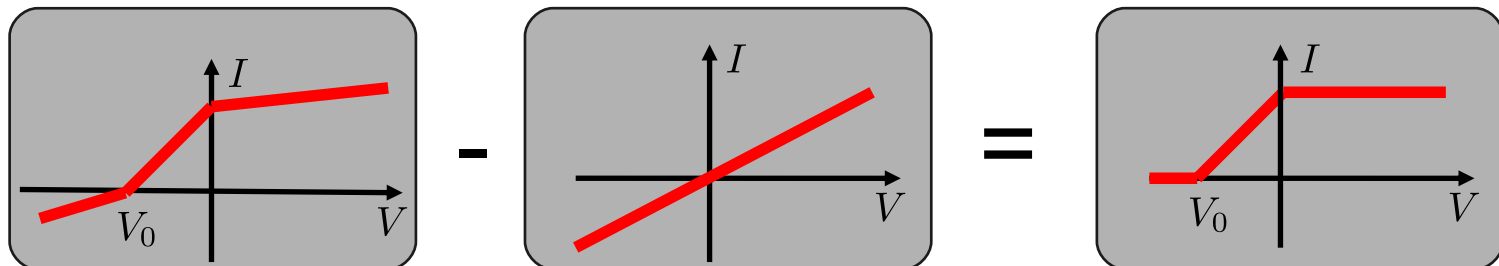
Método (#)	$V_0$ (V) (UV = 821 THz)	$V_0$ (V) (Violeta = 741 THz)	$V_0$ (V) (Azul = 688 THz)	$V_0$ (V) (Verde = 549 THz)	$V_0$ (V) (Amarelo = 520 THz)	$V_0$ (V) (Vermelho = 488 THz)
1	-3,064(2)	-2,428(2)	-1,987(2)	*	-0,428(16)	*
2	-1,067(2)	-0,993(2)	-0,725(2)	-0,355(3)		
3	-1,753(5)	-1,453(5)	-1,477(5)	-0,853(5)		
4	-1,655(5)	-1,416(5)	-1,300(5)	-0,800(5)		

\* Não foi possível obter o valor de  $V_0$  através do primeiro método por conta de um procedimento adotado. Em cada uma das curvas obtidas, subtraiu-se a curva com a fotocélula no escuro, a fim de se remover o erro sistemático de fundo. Com isso, as curvas não mais interceptavam o zero de corrente, ponto este procurado através do método.

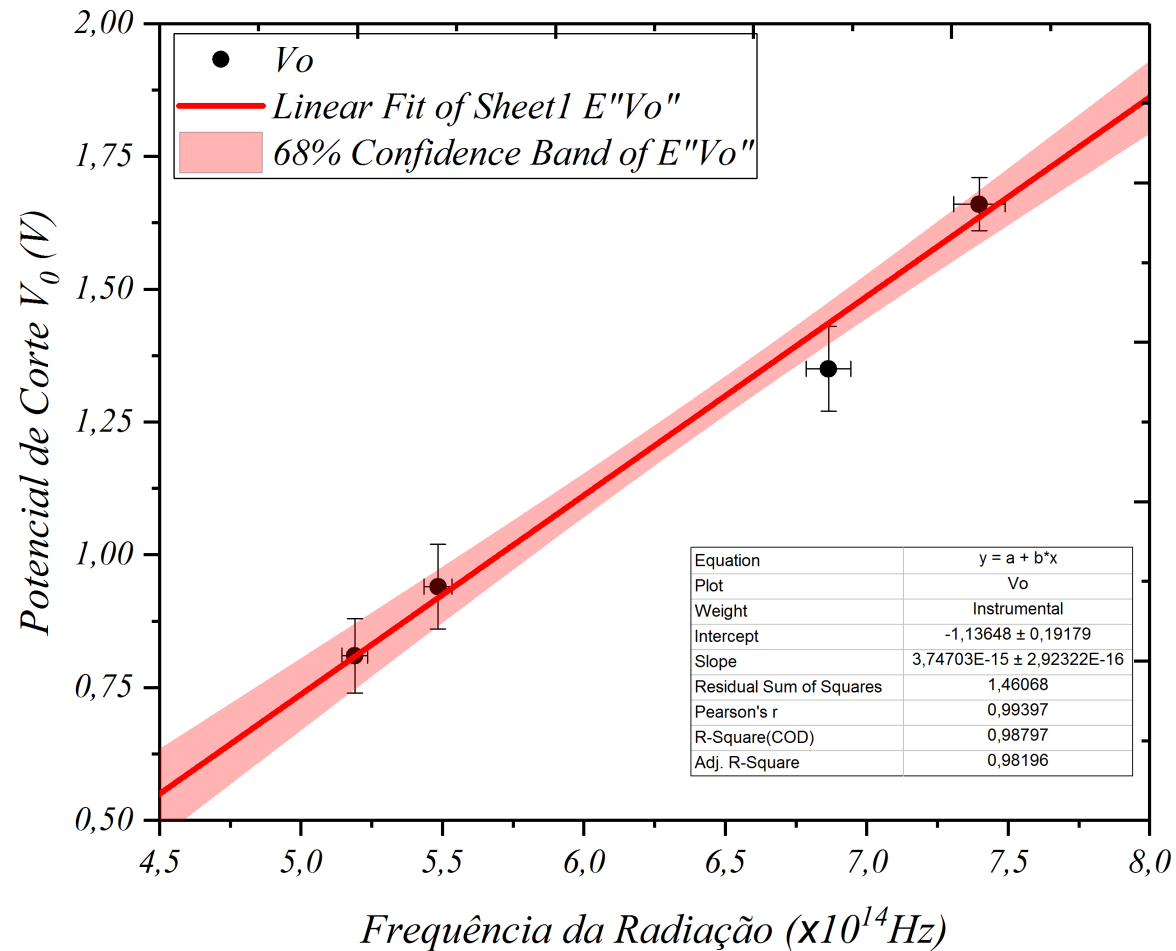
Nós vimos isso:



Essa equipe fez isso:



# Primeiro Resultado:



$$h = (3,75 \pm 0,29) \times 10^{-15} (eV \cdot s)$$

$$\phi = (-1,14 \pm 0,19) (eV)$$

Valores esperados:

$$h = 4,13 \times 10^{-15} (eV \cdot s)$$

$$\phi = -1,36 (eV)$$

# Sínteses:

Curvas Experimentais

Gráficos das análises pelos 4 métodos

Tabela com os resultados



Discussão sobre a performance de cada método e em caso de falha, porque falham

Gráficos dos ajustes  $V_0 \times f$



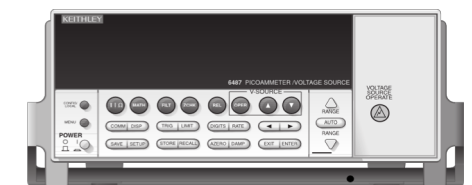
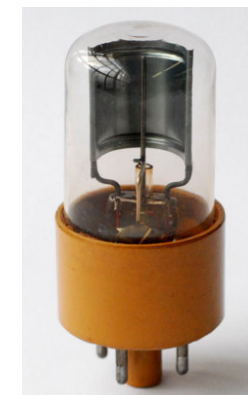
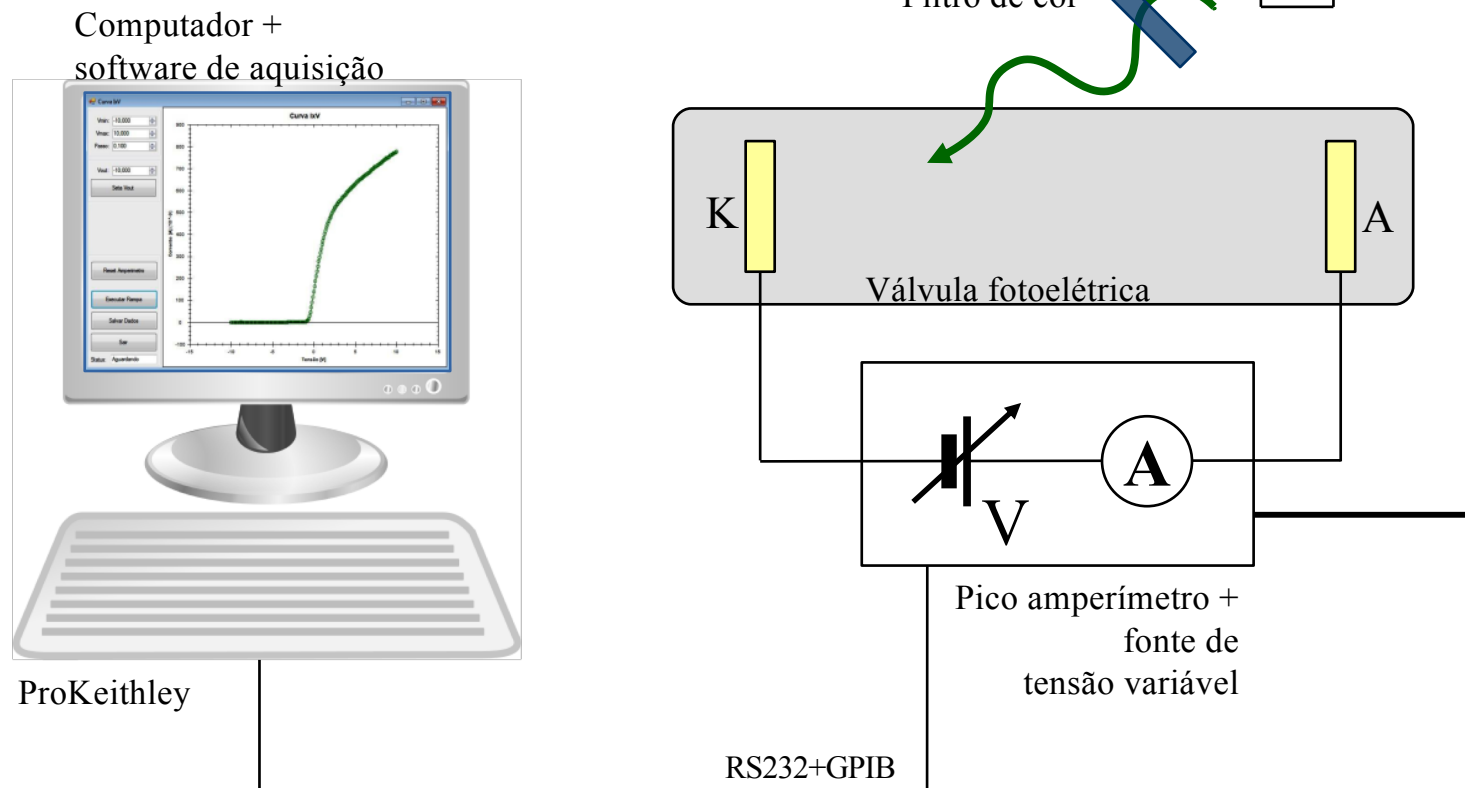
Constante de Planck e função trabalho  
Comparação com a literatura

# **Aula de Hoje**



# Aparato Experimental Segunda Aula:

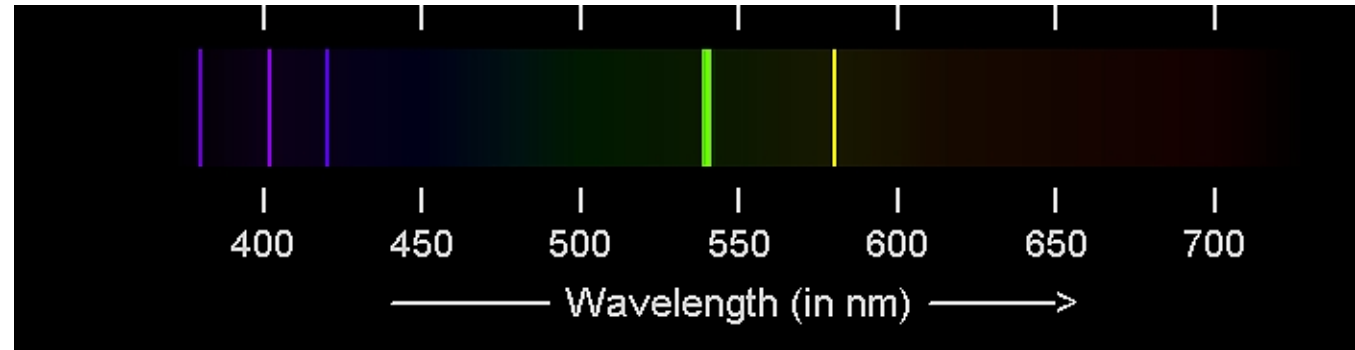
- Fonte de luz: Led's branco + Filtros de cor
- Gerador de funções (controlar a intensidade da luz)
- Focélula (Centron 1P39)
- Pico amperímetro/fonte de tensão (Keithley 6487)



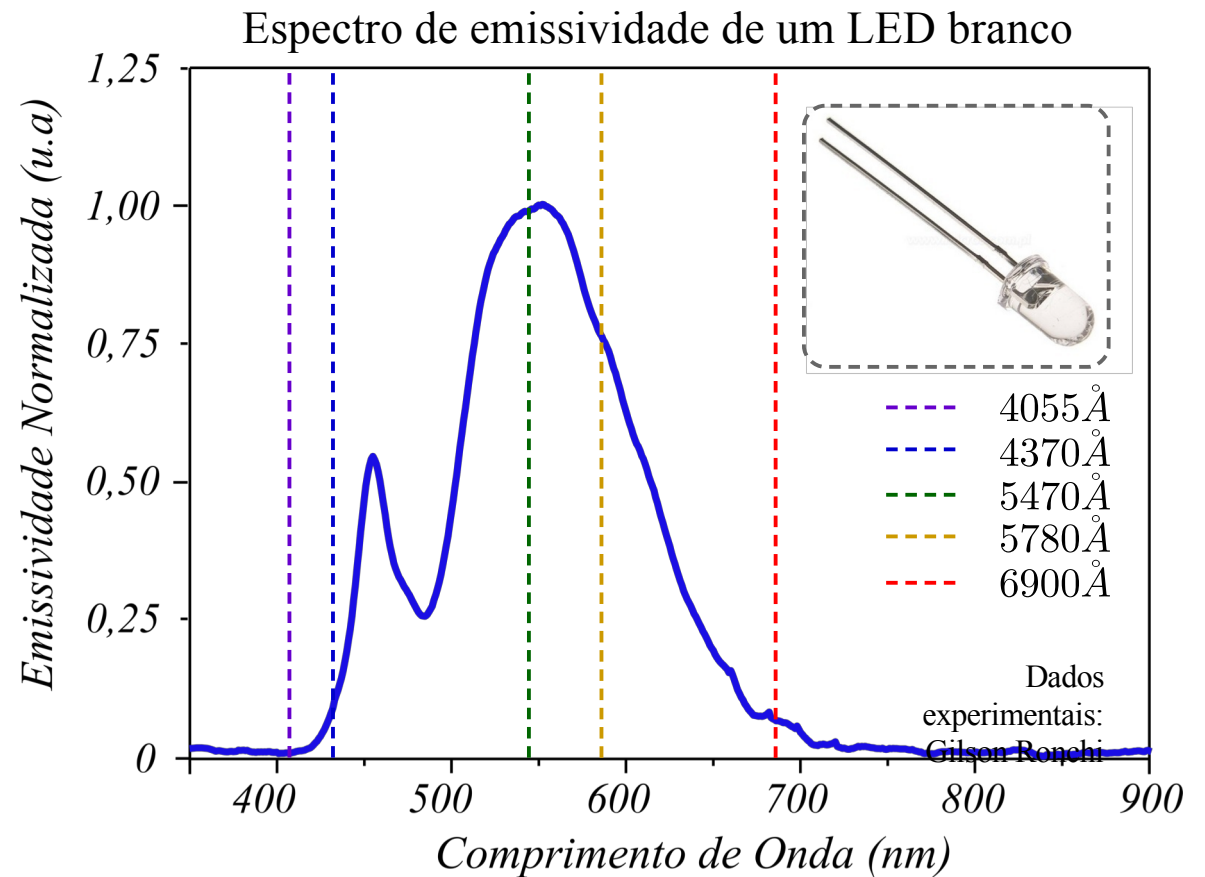
**Tudo igual, mas mudamos a fonte de luz**

# Diferenças entre emissão do Hg e do LED

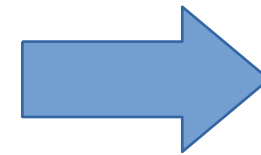
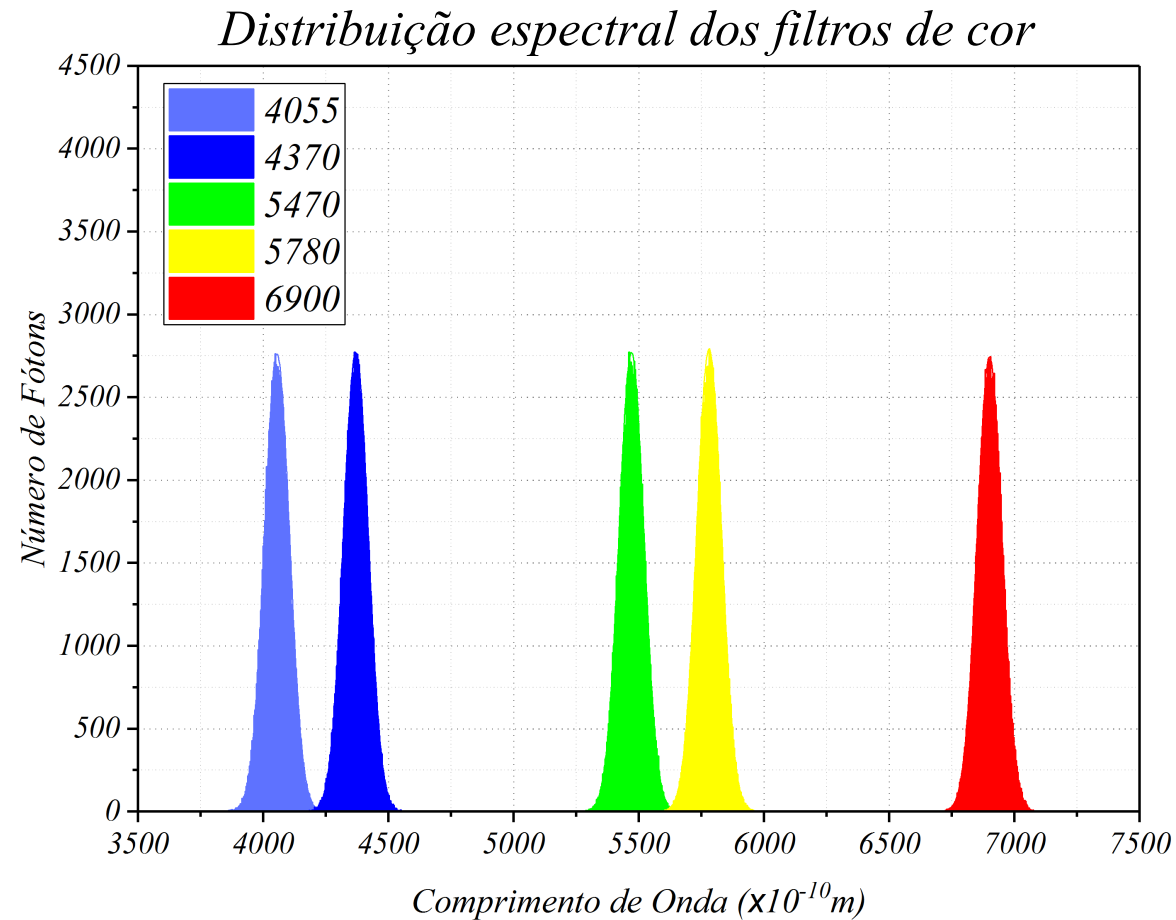
Espectro da Lâmpada de Hg:  
Raias Espectrais discretas



Espectro de emissão de um LED:  
Espectro contínuo



# Filtros (aproximadamente) monocromáticos:



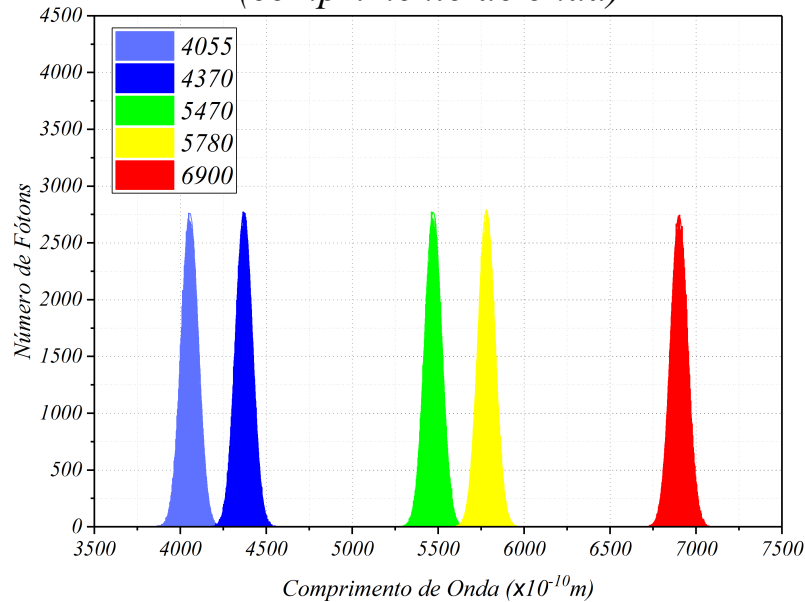
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

O que acontece quando converte de comprimento de onda para frequência?

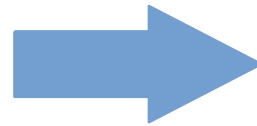
# No domínio das frequências:

$$(\lambda \pm \sigma_\lambda) \longrightarrow (f \pm \sigma_f)$$

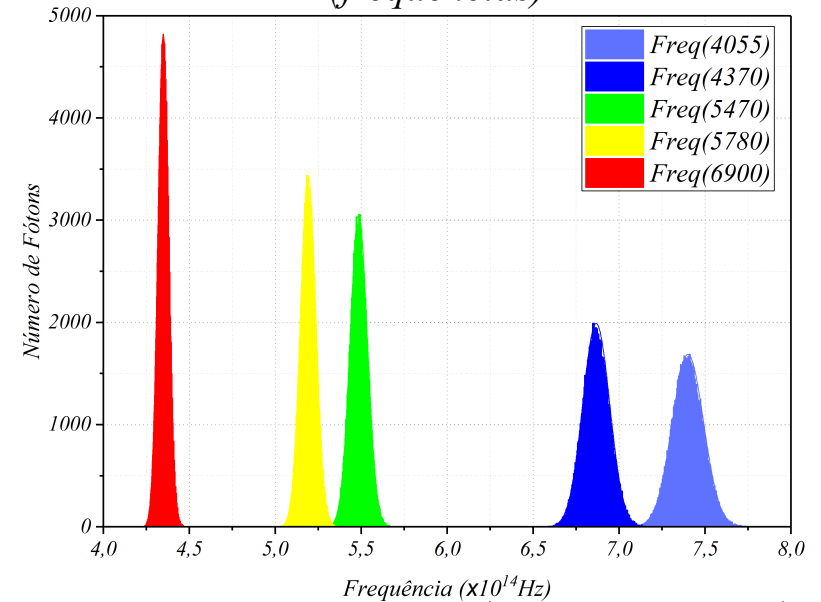
Distribuição espectral dos filtros de cor  
(comprimento de onda)



$$f = \frac{c}{\lambda}$$



Distribuição espectral dos filtros de cor  
(frequências)

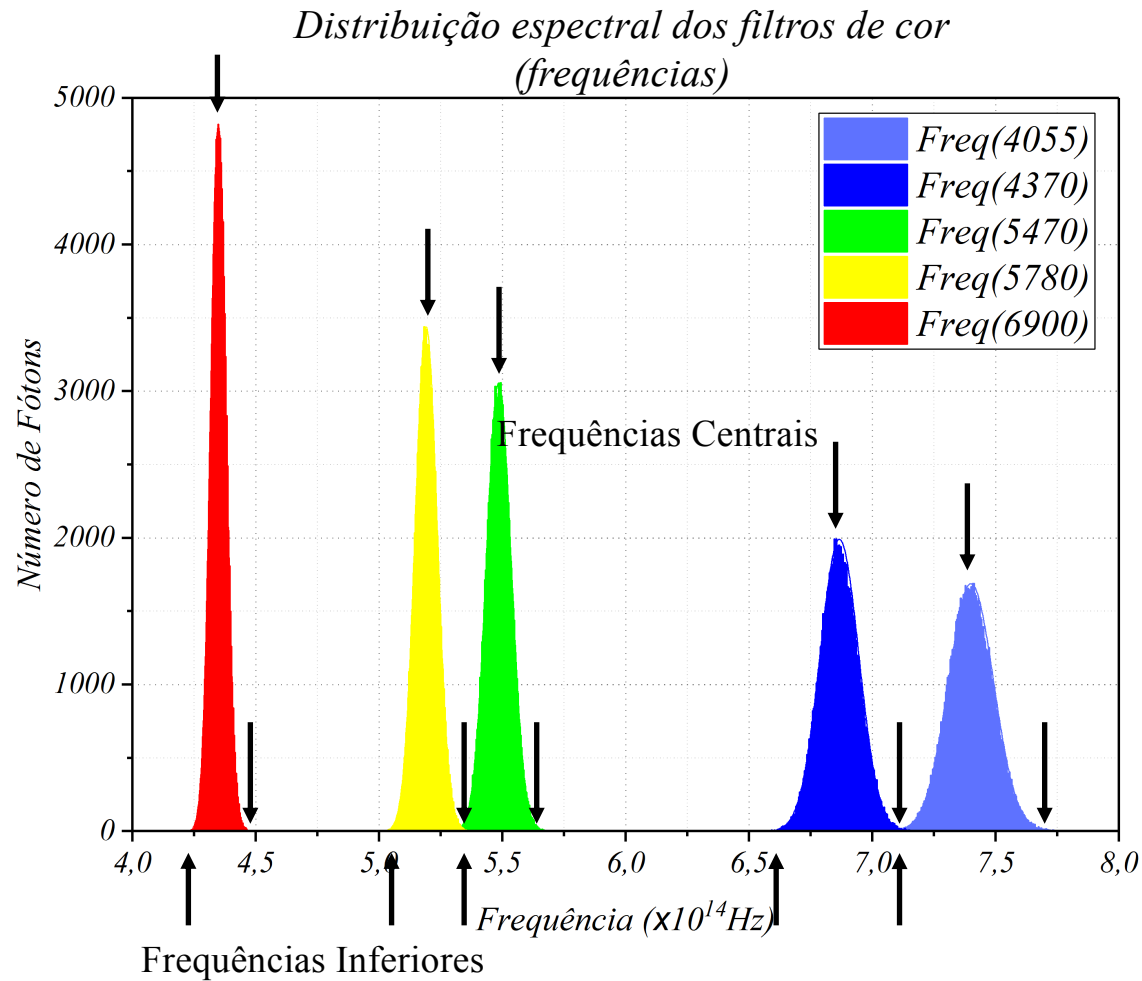


Alargamento dos picos não é igual!

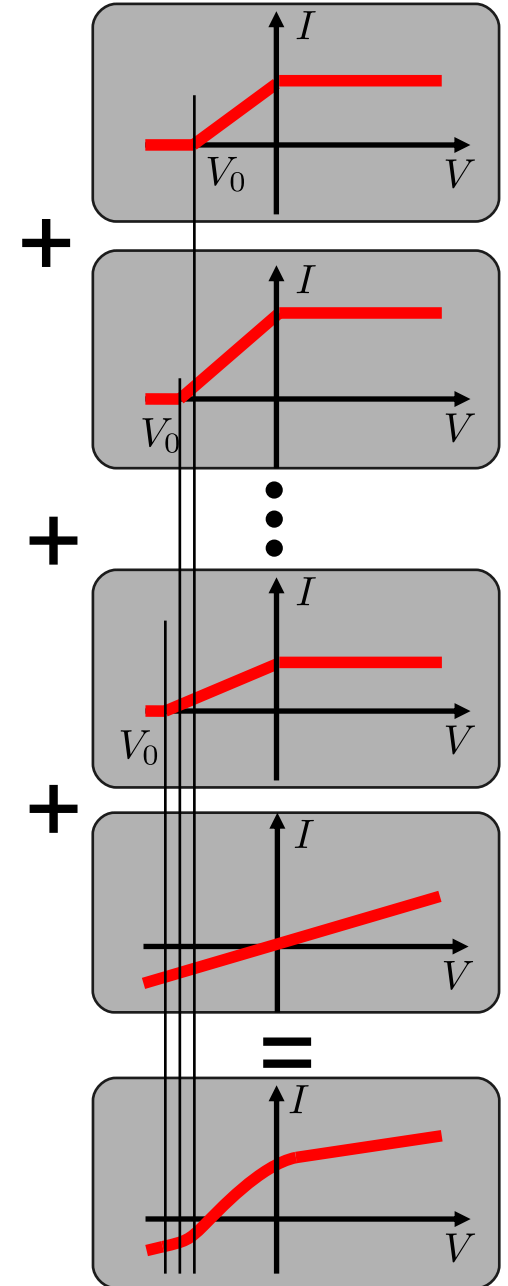
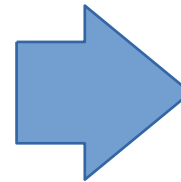
$$\sigma_f^2 = \left( \frac{df}{d\lambda} \right)^2 \sigma_\lambda^2 \longrightarrow \sigma_f = \frac{c}{\lambda^2} \sigma_\lambda$$

Note que sigma representa uma quantidade física (largura da banda espectral) e não somente uma incerteza.

# Todas as frequências dentro da banda causam efeito:



$$eV_0 = hf - e\phi$$



Qual frequência dentro da banda do filtro você deve utilizar nos ajustes  $V_0 \times f$  ?

# Procedimentos (Segunda Aula):

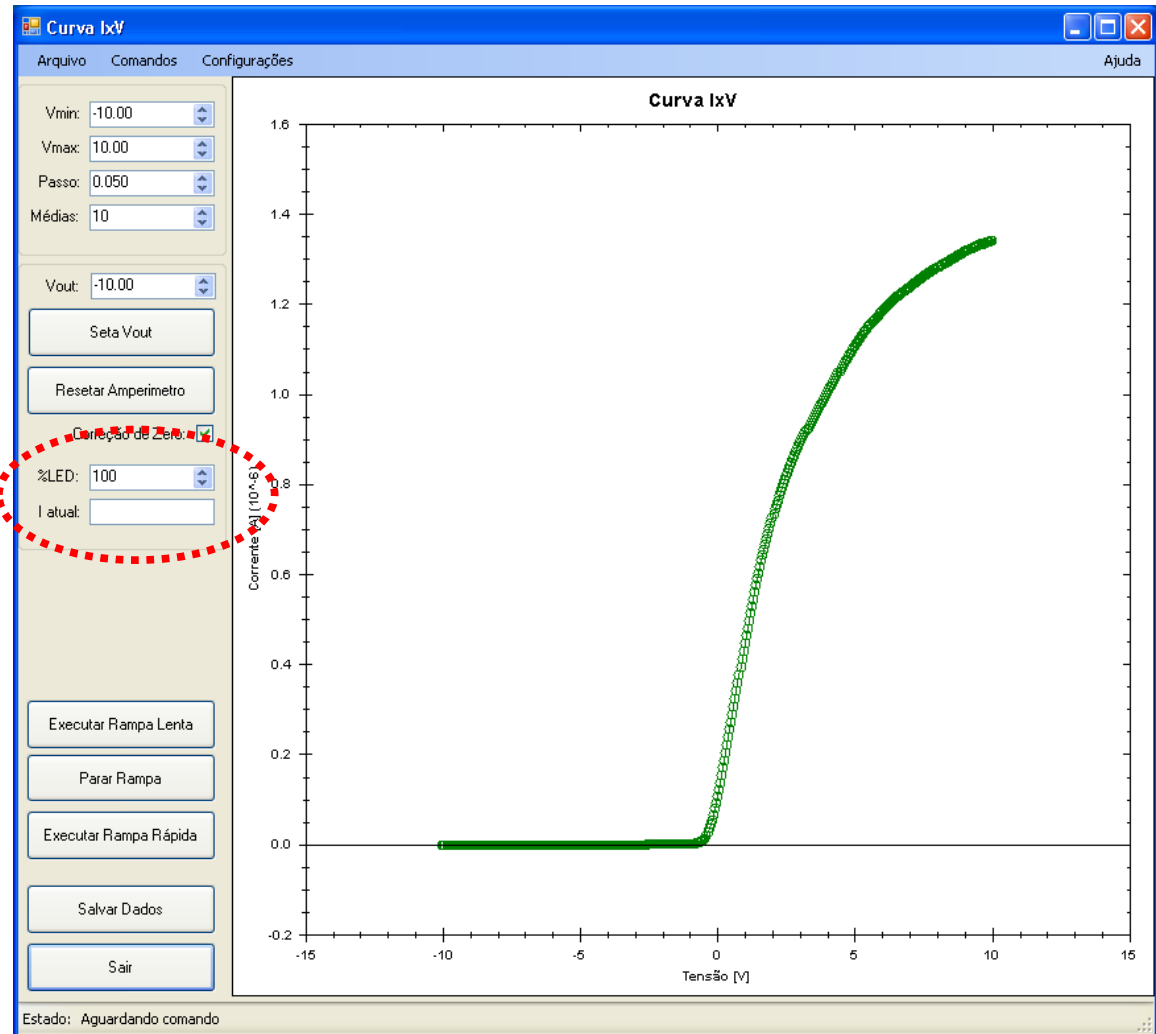
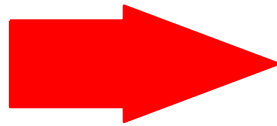
- 1) Ligue todos os equipamentos (pico amperímetro, gerador de funções, computador) e abra o programa de aquisição do pico amperímetro / fonte de tensão (ProKeithley).
- 2) Resete o pico-amperímetro: com a iluminação desligada. Pressione o botão “Reset Pico-amperímetro”.
- 3) Alinhe um filtro de cor com a válvula fotoelétrica e o LED.
- 4) Adquira as curvas  $I \times V$  para diversas intensidades luminosas (%LED) de 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Utilize a resolução de tensão no programa ProKeithley de 0,1V ou 0.05V (aquela que vocês julgarem melhor).
- 5) Repita o procedimento para os demais filtros de cor.
- 6) Adquira a curva  $I \times V$  com a LED desligado, e outra curva com a fenda da fotocélula totalmente tampada.

Essa corrente medida é comparável com a corrente de fundo obtida com a lâmpada ligada?

# Detalhes do Programa de Aquisição:

Um detalhe: Confiar se as “configurações regionais” do Windows está setada para “Inglês dos Estados Unidos”.

Ajuste de intensidade do LED  
(segunda semana)



Não precisa desligar o LED no instante do RESET do pico-amperímetro!  
O programa é legal e faz isso para você!

**Boa Sorte! Bom Trabalho!**