

# RELATÓRIO III - EFEITO FOTOELÉTRICO

PETRUS KIRSTEN 10785652

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

QUANDO UMA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE FREQUÊNCIA SUFICIENTEMENTE ALTA INCIDE UM MATERIAL METÁLICO, TEM-SE A EMISSÃO DE ELÉTRONS DO MATERIAL. ESTE EFEITO É DENOMINADO "EFEITO FOTOELÉTRICO" E É EXPLICADO POIS OS FÓTONS COLIDEM COM OS ELÉTRONS DO MATERIAL FAZENDO COM QUE OS ELÉTRONS SEJAM DESALOJADOS E EJETADOS.

É POSSÍVEL RELACIONAR A ENERGIA CINÉTICA MÁXIMA ( $K_{max}$ ) DOS ELÉTRONS SENDO EJETADOS COM A FUNÇÃO TRABALHO ( $w$ ) DO MATERIAL DETECTOR UTILIZADO EM UM EXPERIMENTO ATRAVÉS DA RELAÇÃO

$$K_{max} = h\nu - w \quad (1)$$

ONDE  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$  É A CONSTANTE DE PLANCK E  $\nu$  É A FREQUÊNCIA DA ONDA ELETROMAGNÉTICA. AINDA, SABE-SE  $I_{K_{max}} = V_c e$ , ONDE  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  É A CARGA DO ELÉTRON E  $V_c$  É A TENSÃO DE CORPE NECESSÁRIA PARA ZERAR A CORRENTE DO CIRCUITO, OU SEJA, INTERROMPER A EMISSÃO DE (FÓTONS/EL) FOTOELÉTRONS. LOGO, TEM-SE QUE A EQUAÇÃO (1) É IGUAL A

$$V_c e = h\nu - w$$



$$\Rightarrow V_c = \frac{h\nu - \omega}{e}$$

$$\therefore V_c = \frac{h}{e} \nu - \frac{\omega}{e} \quad (2)$$

PORTANTO, É POSSÍVEL RELACIONAR DIFERENTES FREQUÊNCIAS E SEUS RESPECTIVOS POTENCIAIS DE CORTE PARA ESTIMAR  $h$  E  $\omega$ . (QUESTÃO 1)

DESSE MODO, O OBJETIVO DO PRESENTE ESTUDO É AVALIAR O EFEITO FOTOELÉTRICO PARA DIFERENTES FREQUÊNCIAS. PARA ISSO, OS OBJETIVOS É ESTIMAR A CONSTANTE DE PLANCK E A FUNÇÃO TRABALHO DE UM FOTOTUBO. ~~AVALIAR O PERFIL DE CORRENTE DE DIFERENTES~~

## METODOLOGIA

UTILIZANDO UM FOTOTUBO E DIFERENTES EMISORES DE LUZ PARA DIFERENTES FREQUÊNCIAS, FOI MONTADO UM CIRCUITO COM UMA FONTE VA DE TENSÃO VARIÁVEL. O FOTOTUBO CONTINHA UMA ESCALA DE AMPERÍMETRO.

ASSIM, PARA CADA COR DE LUZ DISPONÍVEL, FOI APLICADA UMA TENSÃO DE 3V COM CORRENTE NULA. EM SEGUIDA, FOI AJUSTADA A DISTÂNCIA QUE



~~(CORRENTE)~~ APRESENTAVA 30 nA DE CORRENTE GERADA PELA RADIAÇÃO NO FOTOTUBO. ASSIM, FOI APLICADA A TENSÃO DE RETARDO NECESSÁRIA PARA DIMINUIR PARA 5 nA A CORRENTE.

OS PASSOS DESCRITOS FORAM REPETIDOS PARA TODOS OS LED'S E FILTROS DISPONÍVEIS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

OS RESULTADOS OBTIDOS PARA CADA LED E FILTRO DISPONÍVEL ESTÃO DISPOSTOS NA FIGURA 1, COM OS VALORES DE TENSÃO DE CORTE  $V_c$  ORDENADAS CRESCENTEMENTE.

Led/Filtro	Tensão medida [V] para a corrente								Comprimento de Onda de Pico [nm]
	30 nA	25 nA	20 nA	15 nA	10 nA	5 nA	0 nA	$V_c$ [V]	
Vermelho	0,0	0,05	0,09	0,13	0,18	0,23	0,35	0,2713	653
Laranja	0,0	0,08	0,13	0,17	0,22	0,30	0,47	0,3460	595
Verde	0,0	0,08	0,15	0,21	0,29	0,39	0,76	0,4507	558
Violeta	0,0	0,10	0,18	0,25	0,35	0,48	0,86	0,5487	396
Azul	0,0	0,12	0,19	0,27	0,36	0,50	0,88	0,5700	475
Branco/Filtro Laranja	0,0	0,08	0,14	0,20	0,26	0,36	0,70	0,4133	556
Branco/Filtro Verde	0,0	0,09	0,15	0,20	0,27	0,37	0,72	0,4240	537
Branco/Filtro Amarelo	0,0	0,08	0,15	0,20	0,27	0,37	0,66	0,4253	541
Branco/Sem filtro	0,0	0,10	0,16	0,23	0,34	0,47	0,91	0,5307	460
Branco/Filtro Magenta	0,0	0,10	0,17	0,25	0,34	0,48	0,91	0,5433	460
Branco/Filtro Ciano	0,0	0,10	0,18	0,26	0,35	0,49	0,94	0,5580	460
Branco/Filtro Azul	0,0	0,11	0,18	0,26	0,36	0,51	0,90	0,5747	460
Branco/Filtro Vermelho									663

Não foi possível medir com o filtro vermelho.

FIGURA 1: RESULTADOS OBTIDOS AO VARIAR A TENSÃO EM FUNÇÃO DA CORRENTE. OS DADOS ES-



TÃO CONVENIENTEMENTE ORDENADOS EM ORDEM CRESCENTE DE TENSÃO DE CORTE ( $V_c$ ) PARA O LED BRANCO E COLORIDOS.

COM A FIGURA 1, PERCEBE-SE QUE A TENSÃO DE CORTE VARIA DEPENDENDO DE FORMA LINEAR COM O COMPRIMENTO DE ONDA. ASSIM, QUANTO MAIOR A TENSÃO DE CORTE, MENOR O COMPRIMENTO DE ONDA. POR ISSO, É POSSÍVEL VER A TRANSIÇÃO DE CORES DO ESPECTRO VISÍVEL; APESAR DE UMA CERTA FALHA NAS CORES VIOLETA/MAGENTA. (QUESTÃO 10)

CONVÉM RESSALTAR QUE OS FOTOTUBOS SÃO UM TIPO DE TUBO A VÁCUO OU PREENCHIDO DE GÁS SENSÍVEL À LUZ. ASSIM, ELAS SÃO RESPONSÁVEIS EM TRANSFORMAR A RADIAÇÃO DETECTADA EM CORRENTE ELÉTRICA. A SUPERFÍCIE ABSORVEDORA (CATODOS) DESSES TUBOS SÃO COMPOSTOS DE UM OU MAIS SEMICONDUTORES, COMO, POR EXEMPLO, SÓDIO, POTÁSSIO, RUBÍDIO OU CÉSIO. QUE SÃO COMBINADOS COM ANTIMÔNIO, BISMUTO OU ÓXIDO DE PRATA.

(QUESTÃO 8 E 9)

NA FIGURA 2 ESTÃO OS RESULTADOS DAS TENSÕES EM FUNÇÃO DA CORRENTE. COMO DESCRITO NOS PARÁGRAFOS ANTERIORES, É POSSÍVEL CONSTATAR A DEPENDÊNCIA DA FREQUÊNCIA ELETROMAGNÉTICA PARA DETERMINAR A TENSÃO. QUANTO MAIOR A FREQUÊNCIA DA LUZ, MAIOR É SUA DETECÇÃO PELO FOTOTUBO, LEVANDO A CONCLUIR QUE SUA



A FREQUÊNCIA - CONSEQUENTEMENTE A ENERGIA - ESTÁ RELACIONADA COM A CAPACIDADE DE EJETAR ELÉTRONS DO FOTOTUBO. PORTANTO, QUANTO MAIOR ENERGIA DA ONDA, COM MAIOR FACILIDADE OS FOTOLEÉTRONS SÃO EMITIDOS.

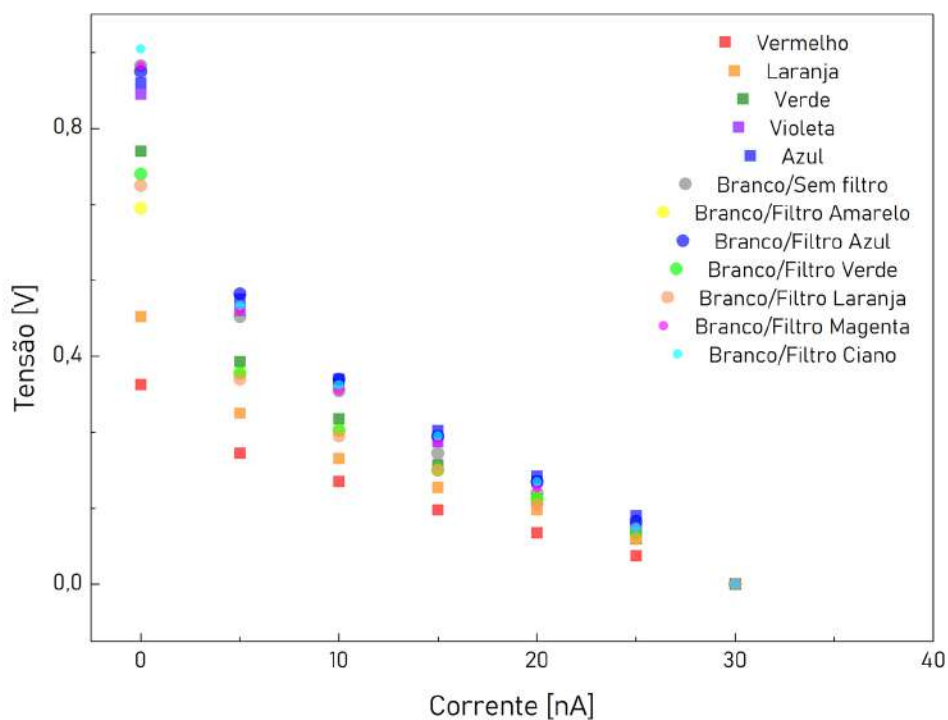


FIGURA 2: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE TENSÃO MEDIDA EM FUNÇÃO DA CORRENTE APLICADA EM DIFERENTES LED'S.

ASSIM, PARA MELHOR VISUALIZAR A DEPENDÊNCIA DA FREQUÊNCIA PARA A ENERGIA E POTENCIAL DE CORTE, A FIGURA 3 DEMONSTRA O COMPORTAMENTO DE  $V_c$  EM FUNÇÃO DE  $\lambda$  DE PICO. OS VALORES OBSERVADOS FORAM AJUSTADOS COM RE-

GRESSÃO LINEAR PARA, ATRAVÉS DA EQUAÇÃO (2), ESTIMAR OS VALORES DE  $h$  E  $w$  PARA O LED BRANCO COM FILTROS E PARA OS LED'S COLORIDOS.

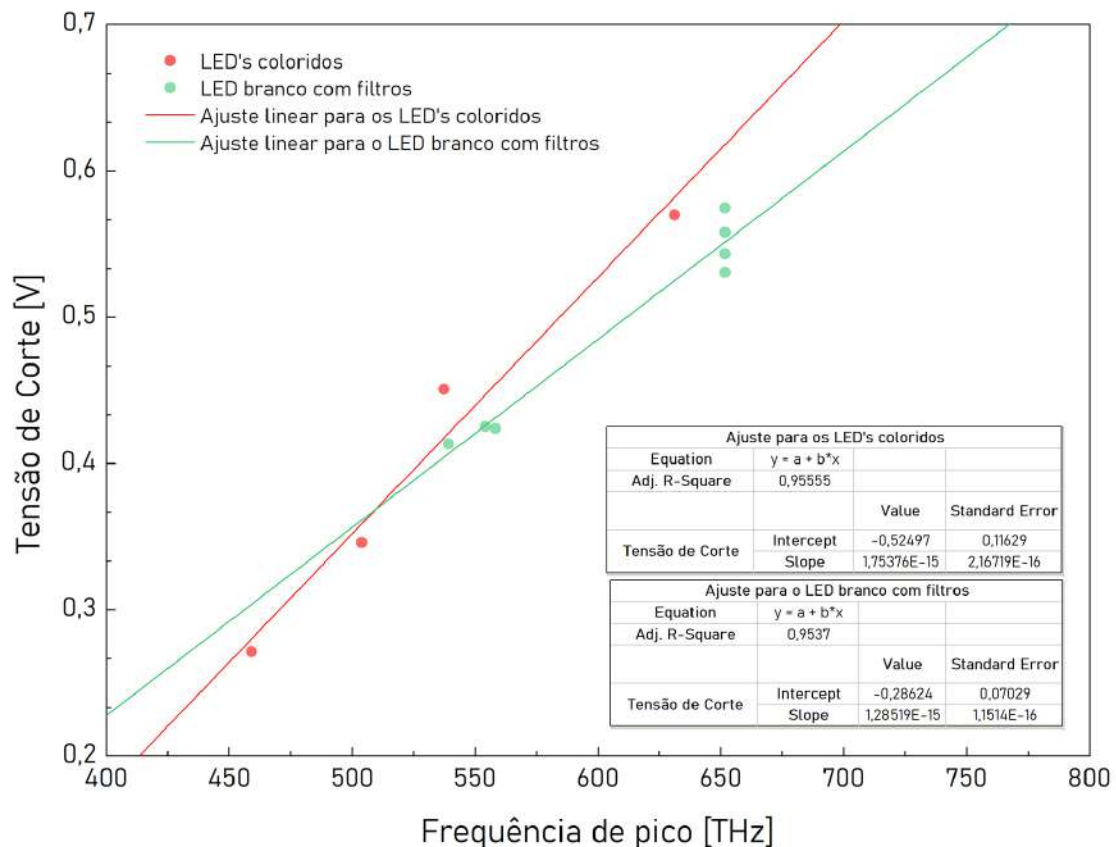


FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE TENSÃO DE CORTE EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE PICO DOS LED'S UTILIZADOS. FORAM AJUSTADAS RETAS A FIM DE AVALIAR OS COEFICIENTES DE DEPENDÊNCIA ENTRE AS GRANDEZAS.

A PARTIR DOS COEFICIENTES LINEARES ~~ANGULARES~~ E ANGULARES OBTIDOS NO GRÁFICO DA FIGURA 3, FOI POSSÍVEL ESTIMAR OS VALORES DE  $h$  E  $w$ , BASEA-



DOS NA EQUAÇÃO (2). OS RESULTADOS OBTIDOS UTILIZANDO OS LED'S COLORIDOS E O LED BRANCO COM OS FILTROS ESTÃO DISPOSTOS, RESPECTIVAMENTE, NAS FIGURAS 4 E 5.

	Grandeza estimada		Erro relativo	
Constante de Planck [m <sup>2</sup> kg/s]	2,8E-34	± 3,5E-35	99,6%	± 12,4%
Função trabalho [J]	-8,4E-20	± 1,9E-20	-	

FIGURA 4: VALORES CALCULADOS DE  $h$  E  $w$  UTILIZANDO OS COEFICIENTES DOS GRÁFICOS AO AJUSTAR UMA RETA NOS DADOS COLETADOS PARA OS LED'S COLORIDOS

	Grandeza estimada		Erro relativo	
Constante de Planck [m <sup>2</sup> kg/s]	2,1E-34	± 1,8E-35	99,7%	± 9,0%
Função trabalho [J]	-4,6E-20	± 1,1E-20	-	

FIGURA 5: VALORES CALCULADOS DE  $h$  E  $w$  UTILIZANDO OS COEFICIENTES DOS GRÁFICOS AO AJUSTAR UMA RETA NOS DADOS COLETADOS PARA O LED COM FILTRO.



COM BASE NOS VALORES ESTIMADOS DE  $h$ ,  
INFERE-SE QUE TAIS VALORES ESTÃO RELATIVAMEN-  
TE DISTANTES DO VALOR ESPERADO DE  $6,63 \cdot 10^{-34}$  JS.  
PORÉM, É POSSÍVEL DESTACAR QUE OS LED'S COLORIDOS  
OBTIVERAM UM RESULTADO MAIS SATISFATÓRIO.

ESTES RESULTADOS OBTIDOS SÃO JUSTIFICÁ-  
VEIS AO ENTENDER O FUNCIONAMENTO DOS LED'S UTI-  
LIZADOS. OS DADOS UTILIZADOS PARA OS CÁLCULOS  
FORAM OS VALORES DE  $V$  DE PICO. PORÉM, AINDA EXIS-  
TE UMA GRANDE BANDA DE ENERGIA EMITIDA PELOS LED'S.  
POR ISSO, O VALOR DE  $V$  CONSIDERADO SE ~~APROXIMAN~~  
DISTÂNCIA DO VALOR REAL DETECTADO PELO SENSOR  
DO FOTOTUBO. AINDA MAIS, OS VALORES OBTIDOS COM  
OS LED'S COLORIDOS SÃO MAIS SATISFATÓRIOS POIS  
SUA BANDA DE ENERGIA É MAIS ESTREITA QUE AQUE-  
LA DOS FILTROS DO LED BRANCO POIS ESTES  
SE TRATAM DE ~~FAA~~ FILTROS PASSA BANDA.\*

PARA MELHORAR A ACURÁCIA E ~~Q~~ PRECISÃO  
DO EXPERIMENTO, SERIA NECESSÁRIO UTILIZAR FONTES  
DE LUZ MONOCROMÁTICAS. ASSIM, DIMINUIRIAM SE OS  
ERROS, DEVIDA À LARGA BANDA DE ENERGIA COLETADA.\*

(QUESTÃO 11)



## CONCLUSÃO

LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO OS ASPECTOS OBSERVADOS NO EXPERIMENTO, OS RESULTADOS OBTIDOS AO ESTIMAR  $h$  PODEM SER CONSIDERADOS INSATISFATÓRIOS, POIS O EXPERIMENTO NÃO FOI PROJETADO A FIM DE MAXIMIZAR A ACURÁCIA E PRECISÃO ENTRETANTO, PÔDE-SE OBSERVAR COM CLAREZA OS COMPORTAMENTOS ESPERADOS DO EFEITO FOTOELÉTRICO, OBEDECENDO À TEORIA PROPOSTA.