

## EXPERIMENTO 9 - ESPECTROS DE EMISSÃO

### INTRODUÇÃO:

Espectroscopia de emissão é uma técnica para determinar o espectro de emissão de uma determinada amostra. Por exemplo, ao incidir uma luz branca em um gás, ele irá absorver certa quantidade de energia (fóton) caracterizada por comprimentos de onda. Ao absorver essa energia os elétrons dos átomos passam de estados estacionários para um nível mais energético. Porém, o átomo tende a ficar no seu estado estacionário e para isso o elétron tem que voltar para um nível energético e ao descer de nível, libera-se energia na forma de luz. Portanto se sabe que cada elemento químico libera energia de forma diferente, caracterizado pelo espectro de emissão.

A espectroscopia de emissão é uma ferramenta muito valiosa para caracterizar fontes emissores de radiação óptica. Sendo que com o espectro de emissão é possível inferir na composição química do gás que compõe a fonte, suas características espectrais e mensurar a densidade de fótons emitidos, avaliando, desta forma, o efeito que a radiação analisada em questão possui sobre a matéria.

## METODOLOGIA

Primeiramente realiza-se a coleta do espectro de emissão do LED branco a uma posição fixada com o auxílio de um espectroradiômetro. Em seguida, individualmente, colocam-se filtros (vermelho, verde, magenta, ciano, azul, amarelo) disponíveis no laboratório experimental e medem-se os novos espectros de emissão.

Montar-se um gráfico da transmissão dos filtros usando a equação abaixo:

$$T = \frac{I_r}{I_o} \quad [1] \quad \begin{array}{l} I_r - \text{a intensidade com o filtro} \\ I_o - \text{intensidade com filtro} \end{array}$$

Antes de usar os filtros, há a necessidade de obter a responsividade espectral ( $R$ ) para o LED branco. Então com a eq.

$$R = \frac{I_{\text{amp}} - I_{\text{fundo}}}{I_{\text{calibra}} \cdot \Delta t} \quad [2]$$

$I_{\text{amp}}$  - intensidade da luz calibrada

$\Delta t$  - o tempo de integração

$I_{\text{fundo}}$  - intensidade de fundo

$I_{\text{calibra}}$  - irradiância espectral da fonte calibrada

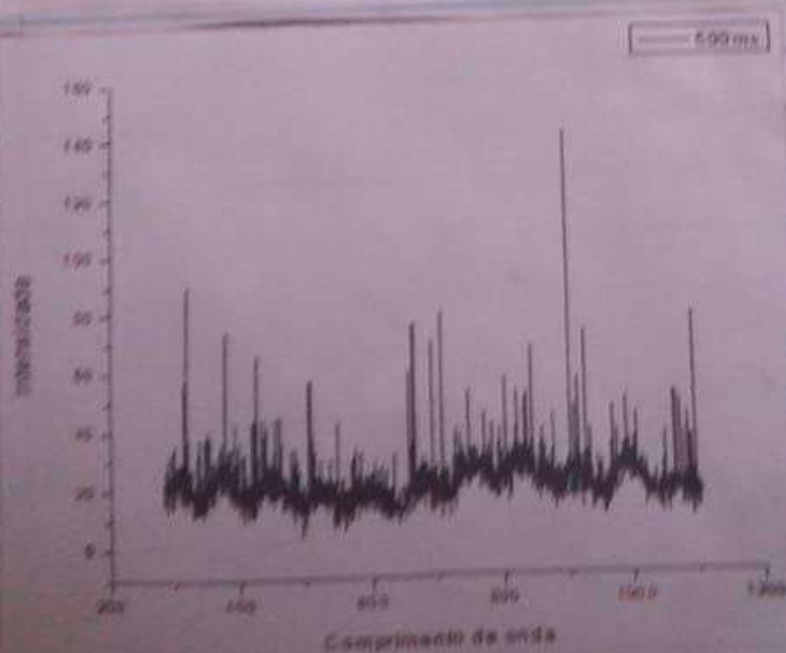
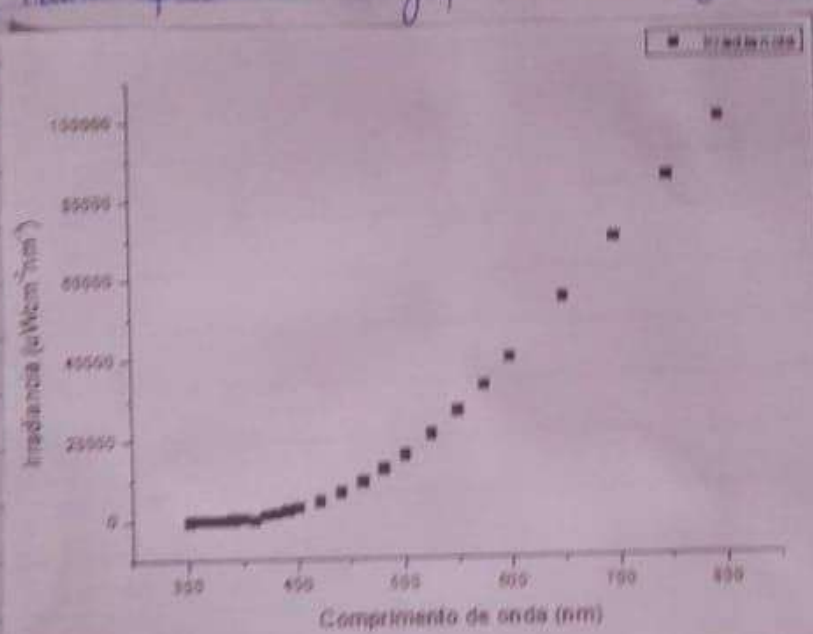
Desta forma, analisando-se o LED branco com filtros, para cada um pode-se determinar o menor comprimento de onda que os filtros transmitem.

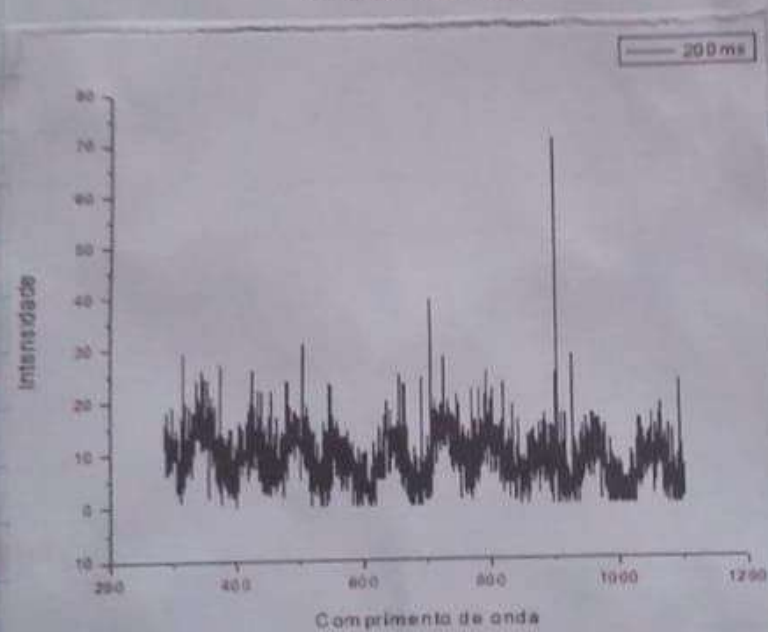
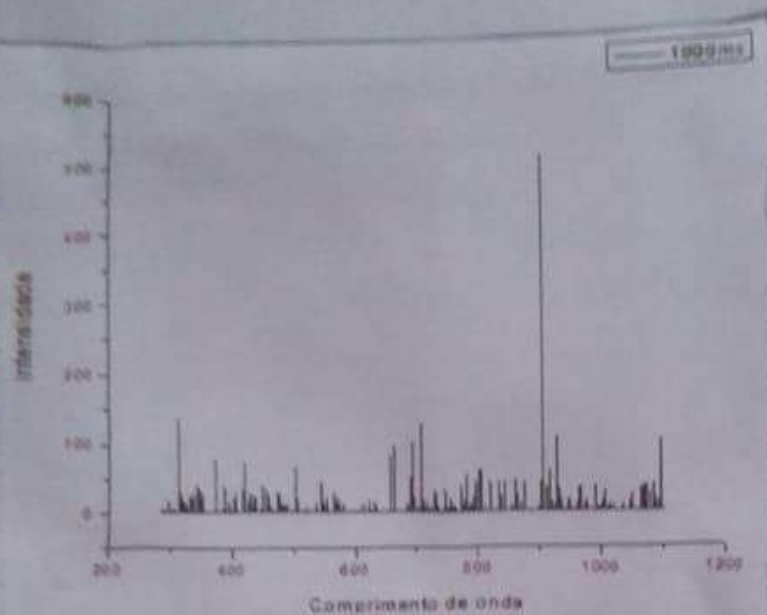
Posteriormente, determinou-se o espectro de emissão de diferentes fontes, sendo essas lâmpadas de plasmas utilizadas nas séries de Balmer. Para cada lâmpada montou-se gráficos de intensidade em função do comprimento de onda.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeito de melhor coleta dos dados, foi feita uma calibração de equipamento com as intensidades de fundo, a intensidade da lâmpada e a intensidade calibrada, assim encontramos a Responsividade.

Abaixo apresenta-se os gráficos de calibração, fundo e da lâmpada



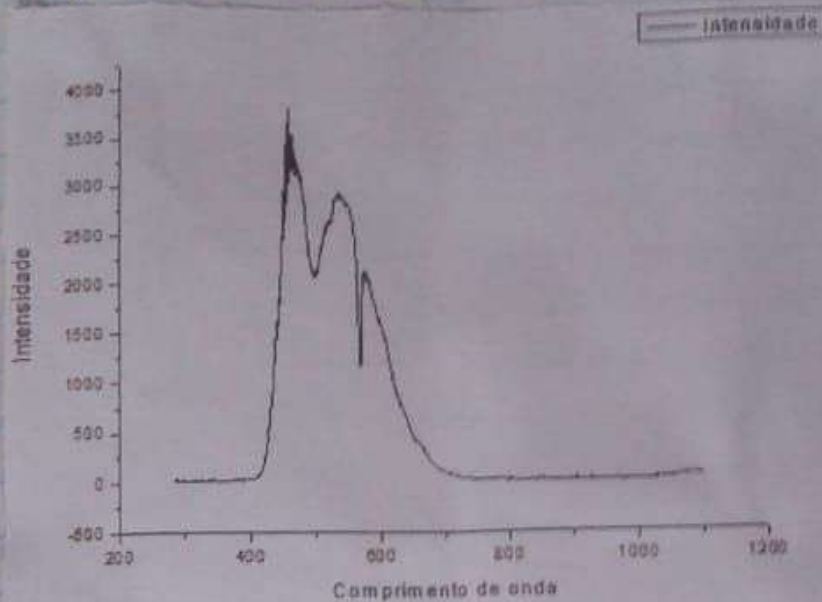


Através da segunda fórmula [2] e os cálculos, através do programa origin, foi tirado que  $R^2 = 0,997$ .

Foi usado cada tempo de fundo para o respectivo de coleta dos dados de unidade arbitrária.

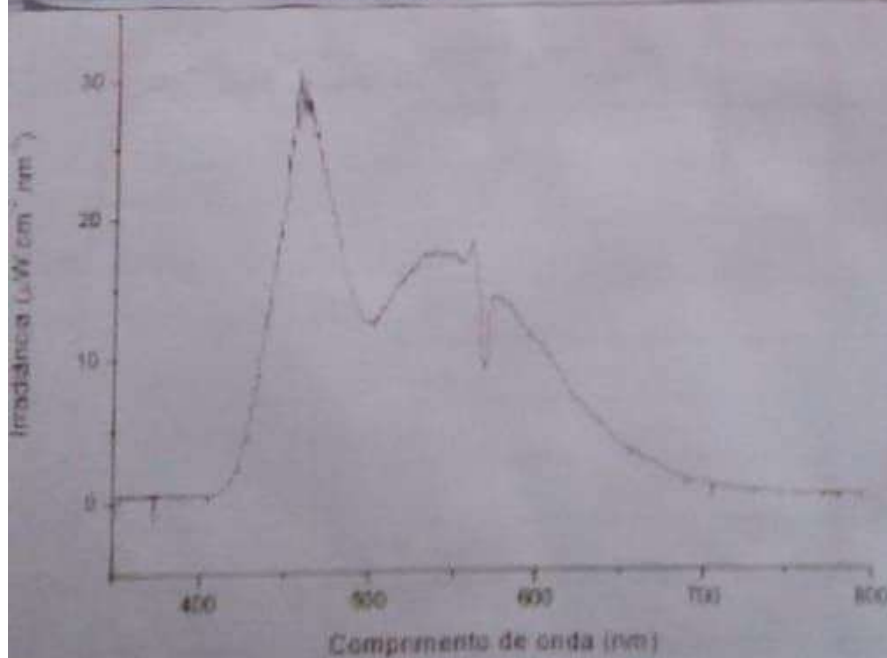
E para as transmissões foi utilizada a equação [3]

## Espectro do LED Branco



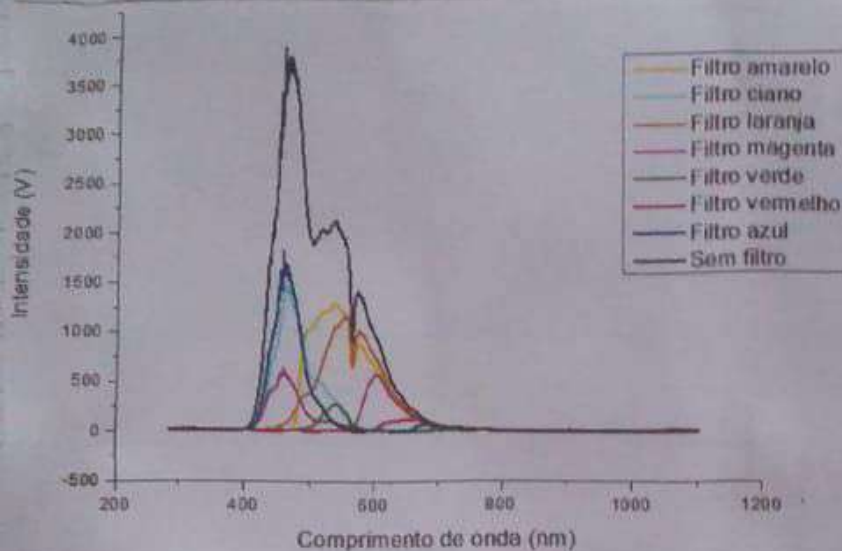
Pode-se observar um pico em torno de 480 nm. Na irradiação os fótons passam mais em torno de 550 nm dando a correção da calibração.

## Sua Irradiância



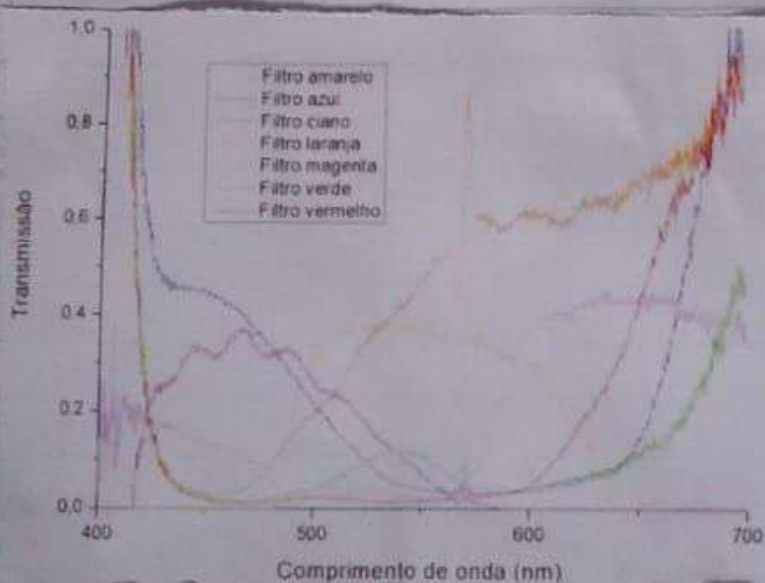
Espectro com pico em torno de 550 nm conforme explicado em cima.

Agora o mesmo estudo foi feito com filtros de cores no LED branco, os gráficos são vistos abaixo



Como visto ao lado a figura luz branca tem um espectro contínuo com todos os comprimentos de onda da luz visível. Ao visualizar cada cor filtrada é possível verificar que o

comprimento de onda de cada filtro apresenta um intervalo específico

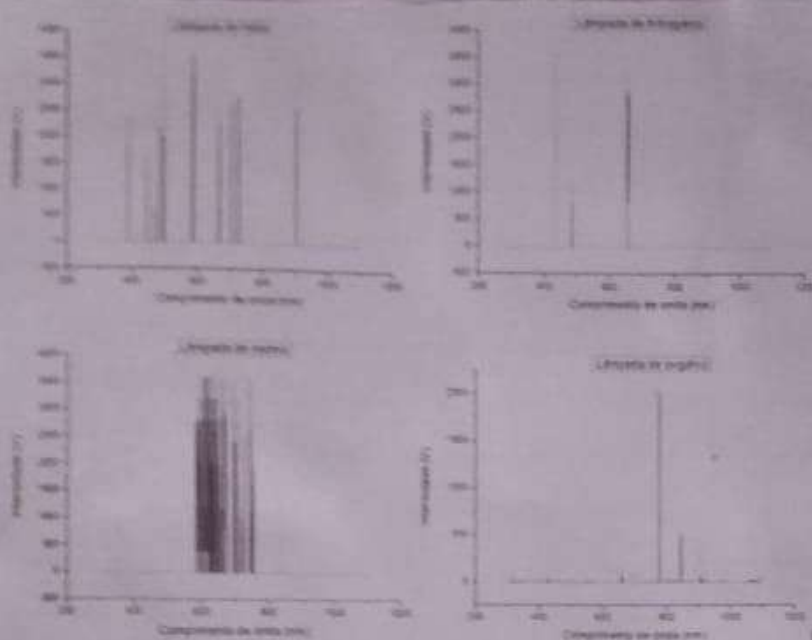


O gráfico ao lado apresenta a normalização de onda comprimento de onda de transmissão máxima, geralmente em 10% do seu valor de emissão.

LED branco com filtro	$\Delta$ teórico <sup>[2]</sup> (nm)	$\lambda_{exp.}$ (nm)
Vermelho	625 - 740	663
Laranja	590 - 625	557
Amarelo	565 - 590	539
Verde	500 - 565	538
Ciano	485 - 500	466
Azul	440 - 485	460
Violeta	380 - 440	455

10% desses valores indicam transmissão máxima

A seguir temos o espectro das lâmpadas de hidrogênio, hélio, néon, e oxigênio assim o espectro pode ser observado a partir dos gráficos abaixo:



Percebe-se que para as lâmpadas, os picos não são dados em forma de uma de valores. Na verdade, podemos vê-los na forma de um valor bem definido e ao longo do espectro podemos notar mais de um pico.

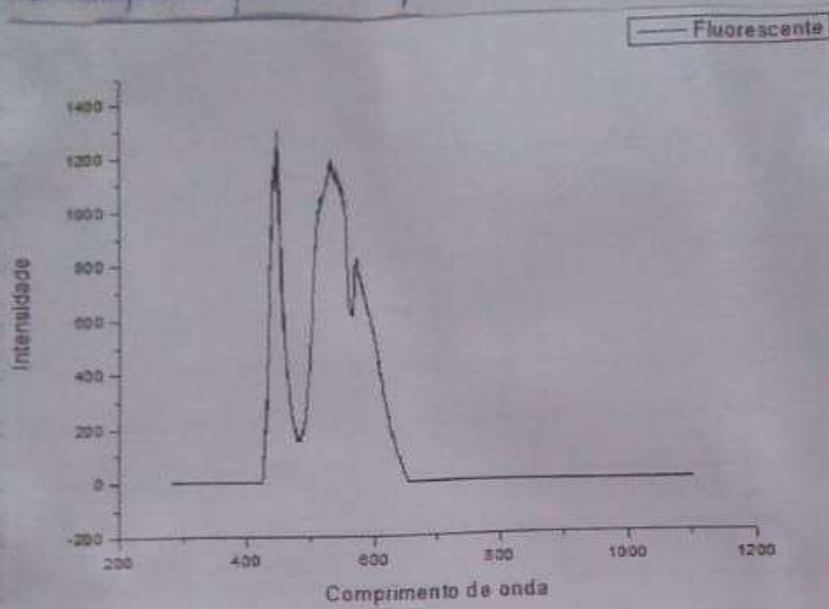
Abaixo encontra-se com o comprimento de onda de alguns picos visto em cada lâmpada

$\lambda_{exp. (nm)}$			
Hélio	Oxigênio	Néon	Hidrogênio
388	776	14 linhas entre 600-742	
446	844		434
491	906		484
499			558
587			
669			
707			
903			

Para o hélio, por toda a faixa de comprimento se encontra entre 580 e 740 nm, o que corresponde as cores amarelo, laranja e vermelho. Já para o hidrogênio o maior pico está em 434 nm, referente ao violeta.

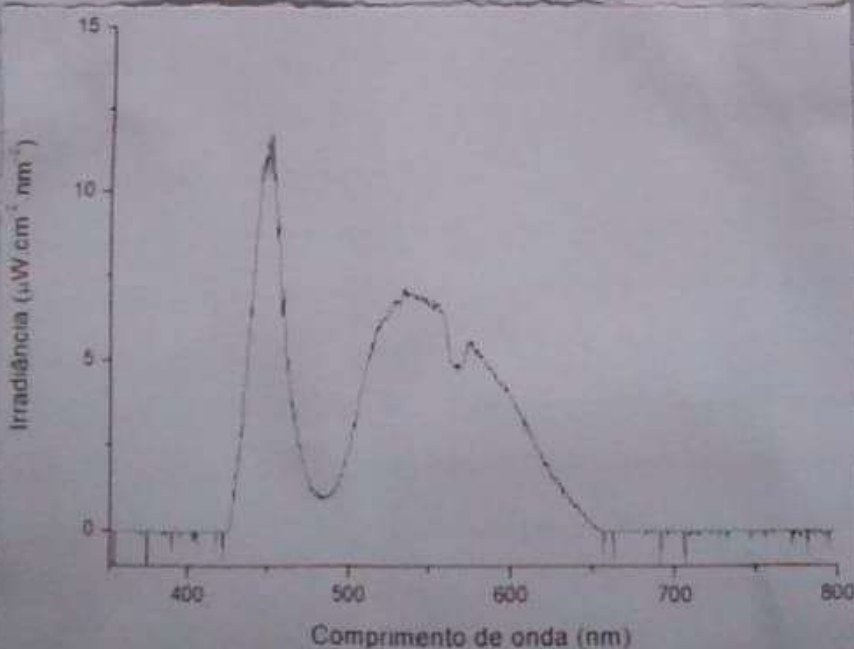
A lâmpada de néon, por sua vez, tem seu pico entre 600 e 742 nm, referente ao vermelho. Em contrapartida, o oxigênio apresenta seu pico em valores quase que da metade dos outros e assim emita cor branca, intensidade menor.

Em seguida foi analisado a intensidade e irradiação para a lâmpada ~~fluorescente~~ fluorescente



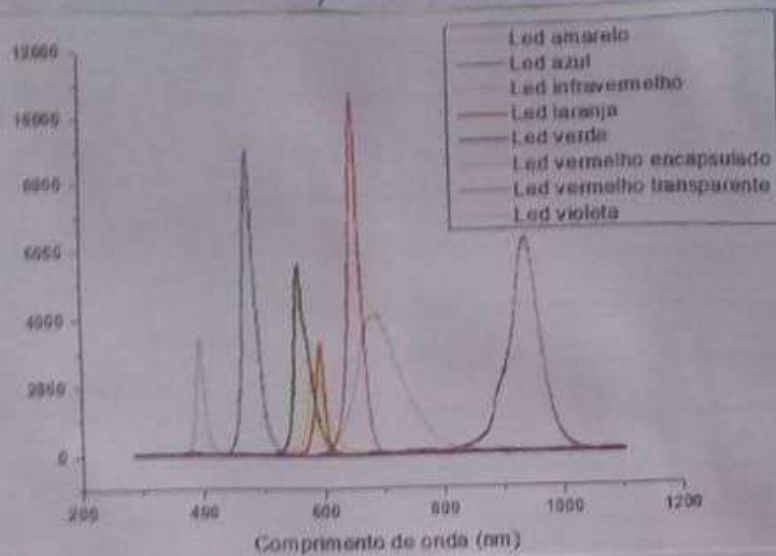
Analisando na literatura o espectro não se parece com um de um lâmpada fluorescente. Contudo pode-se ver que na Irradiação a banda de 500-600 nm diminui consideravelmente comparado com o da intensidade, e o pico permanece o mesmo por volta de 420 nm.

Intensidade





Apresentando os espectros dos LEDs usados no experimento:



É possível verificar que a irradiância do LED vermelho em comparação com o encapsulado uma diferença bem grande, isto deve-se pelo fato de perder intensidade em relação ao outro.

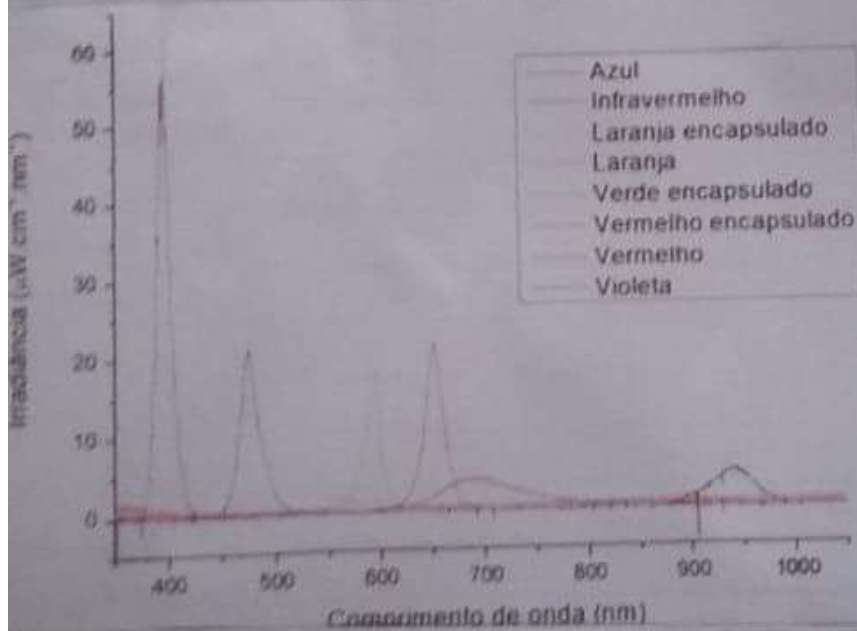
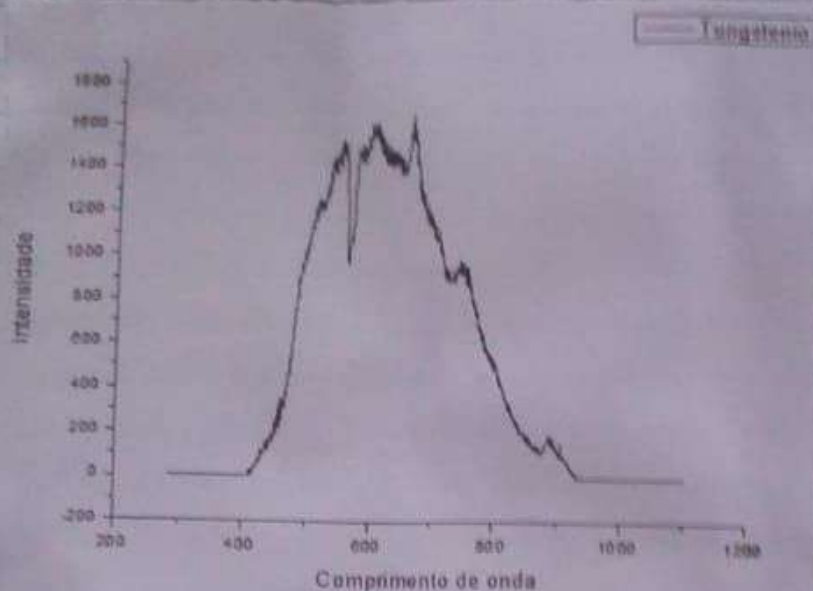


Tabela encontra-se os valores de comprimento de onda encontrado exp.

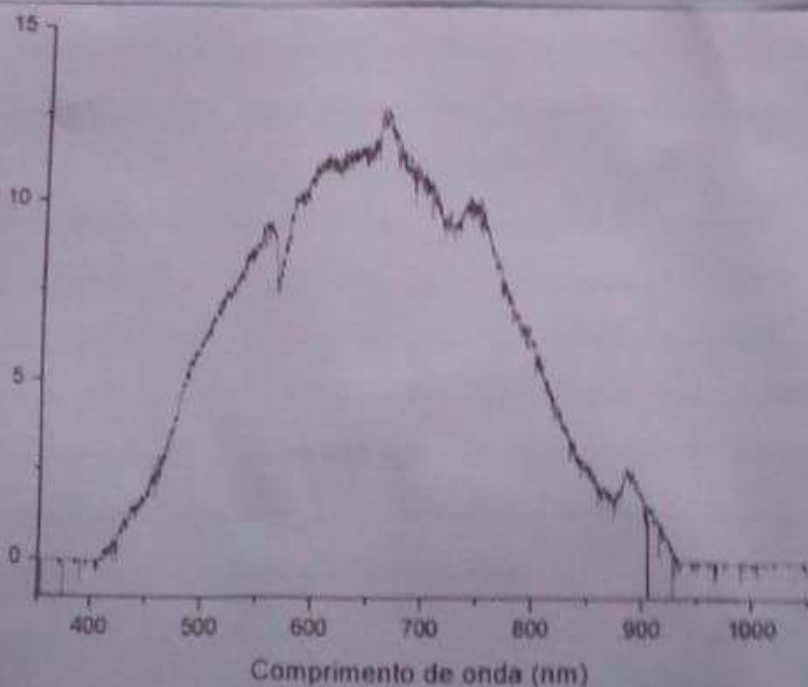
LED	$\lambda_{\text{teórico}}^{[2]}$ (nm)	$\lambda_{\text{exp.}}$ (nm)
Violeta	380 - 440	396
Azul	440 - 485	475
Verde	500 - 565	560
Amarelo	565 - 590	584
Laranja	590 - 625	594
Vermelho transparente	625 - 700	653
Vermelho encapsulamento	700 - 740	684
Infravermelho	acima de 740	942

Agora com o filamento de tungstênio

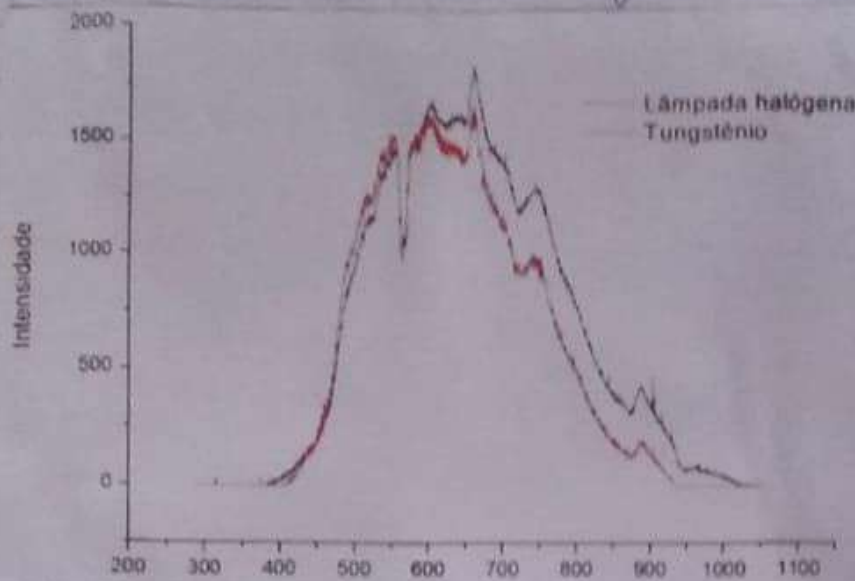


Conforme esperado  
um espectro contínuo  
e obedece a lei de  
Wien. Assim foi  
posterior a lâmpada  
halógena e a de  
Tungstênio

Outro ponto importante  
avaliar é que o  
espectro de intensidade  
e irradiância apresentam  
mesmo formato,  
exceto pelas picos  
estremos lambrantes  
destacados



## Junção Tungstênio com lâmpada halógena



É possível verificar uma aproximação enorme entre as duas curvas, até nos picos e nos quedas com apenas o detalhe de estarem deslocadas uma em relação a outra. Isso mostra que as

duas emitem da mesma forma, por radiação.

## PERGUNTAS

1. A lei de Wien é dada por:  $\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,897 \times 10^{-3} \text{ mK}$ . Assim, vemos que é necessário ter a temperatura de cada lâmpada usada para poder responder a questão, entretanto esse dado não foi coletado. Quanto a sua faixa de validade, esta é dada em torno de frequências altas ( $h\nu \gg kT$ ). Assim, tendo as temperaturas de cada lâmpada, poderíamos avaliar sua ordem de grandeza em relação a frequência de emissão e assim avaliar a aplicabilidade da lei de Wien à lâmpada em questão.

2. A radiancia ( $R_t$ ) corresponde à propriedade de um corpo emitir um fluxo de radiação através de sua superfície. Quando analisamos a radiancia espectral ( $R_\nu$ ), temos uma extensão do conceito de radiancia, como pode ser visto na equação acima. Passamos a ter o conceito de radiancia aplicado para uma determinada faixa espectral. Dessa maneira, essa corresponde à energia emitida por unidade de tempo pela radiação de frequência compreendida no intervalo de  $\nu$  a  $\nu + d\nu$  por unidade de área de uma superfície a do corpo emissor a temperatura absoluta  $T$ , sendo diretamente relacionado com a radiancia por:  $R_t = \int_0^{\infty} R_\nu d\nu = \frac{[W]}{[m^2]}$

A potência (P) determina a quantidade de energia consumida por um fonte a cada unidade de tempo e a rapidez com a qual uma certa quantidade de energia (W) é transformada. Assim, a potência espectral será dada pela energia irradiada por um corpo radiante ao longo de um tempo t.

Matematicamente, temos: 
$$P = \frac{P_e}{t} = \frac{[W]}{[m^2][s]}$$

3. Ao comparar com o teórico verifica-se que não conseguimos obter todas linhas existentes, devido a imprecisão do sensor que não conseguiu medir picos menos intensos e também pela confusão de picos com ruídos e ao determinar visualmente teve dificuldade de distinguir.

4. Com o intuito de diferenciar picos de emissão que estão posicionados muito próximos um do outro, o método de espectro radiômetro em comparação com a lâmina com o olho, é mais preciso e eficaz. Uma vez que, não há sobreposição de espalhamentos identificados ao visualizar o espectro durante o experimento de Babner, o que proporciona uma estimativa.

### CONCLUSÃO

Com as análises foi possível verificar que cada fonte utilizada tem sua curva característica correspondente, capaz de fornecer informações sobre suas composições de forma exata. O resultado para cada cor e diferentes elementos mostraram-se coerentes aos esperados teoricamente. E também, construir uma relação entre lâmpada halógena e a de tungstênio, uma vez que tem composições semelhantes.