

Módulo 03

Aula 01

- História das Lâmpadas

## Sistema internacional de unidades.

- **W – Watts** → potência, quantidade de energia consumida de maneira contínua.
- **V – Volts** → tensão elétrica de rede. ( 110V / 220V)

**Dimmer:** tem como função variar a intensidade da luz de acordo com a necessidade

Existem 3 grandes grupos de lâmpadas:

1.0 Filamentos

2.0 Descarga

3.0 Led's

# {História da Iluminação}



1780

1792

1874

1926

1962

2010

2015

lâmpada a óleo

lâmpada a gás

lâmpada incandescente

lâmpada fluorescente

LED  
(light-emitting diode)

LED para uso doméstico

LED para e-reading



# Lampião a óleo

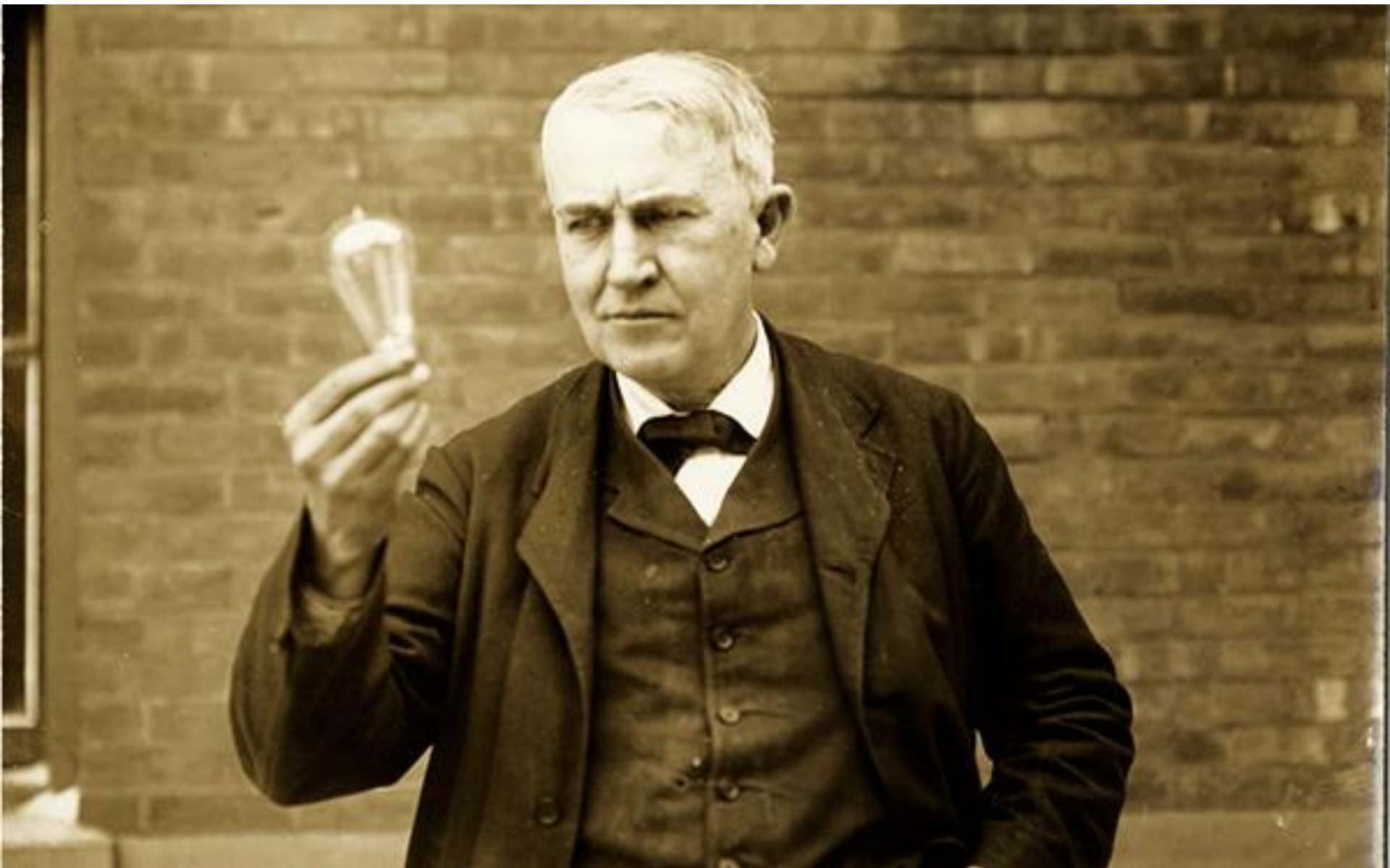


O **lampião a gás** foi inventado em 1792, e foi uma das circunstâncias que possibilitaram o aumento da jornada de trabalho nas fábricas, principalmente da Inglaterra. O **lampião** ainda é usado em diversas culturas, como objeto de iluminação ou de decoração para atividades noturnas. O **lampião** é um tipo de lanterna.





1878 Lâmpada de filamento de carbono



1903 filamento de Tungstênio

- 100 Anos de sucesso;
- Uma das mais antigas fontes de luz;
- Luz artificial mais difundida no mundo
- Aproximadamente 1000 hs de uso.

## Características técnicas



- Filamento de Tungstenio alojado no interior de um bulbo de vidro, preenchido com gás inerte.
- Com a passagem da corrente elétrons se chocam com os átomos de tungstênio.



- O Filamento se aquece até em brasa (estado de Incandescência)

Libera:



Luz



Calor

- Predominante residencial;
- Só transformam luz aproximadamente 10% da energia absorvida, restante em calor;
- Excelente de reprodução de cor;
- Em termos de economia de energia é extremamente deficiente;
- Causam escurecimento do bulbo.

1938 Nikola Tesla inventa a lâmpada fluorescente



Mais luz menos calor

## O princípio de funcionamento

- Lâmpada de descarga de vapor de mercúrio em baixa pressão;
- Passagem da corrente gera uma corrente ultra-violeta;
- O pó fluorescente que reveste a superfície interna do tubo converte a radiação ultra-violeta em luz visível.

# Lâmpadas de descarga de baixa pressão

- Solução clássica para economia;
- Alta eficiência;
- Longa durabilidade;
- Usada nas mais diversas áreas:
  - Residenciais;
  - Comerciais;
  - Industriais.



O pó determina

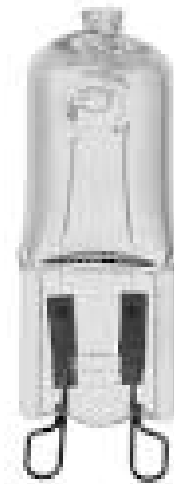
- Qualidade de luz;
- Quantidade de luz;
- Qualidade baixa na reprodução de cor
- Disponível em variedades de 2700 a 8000K

# Evolução das fluorescentes

- Redução do diâmetro;
- Melhoria da qualidade de luz;
- Miniaturização (mais recente)
- Novo pó-trifósforo (maior eficiência / melhor reprodução de cores)
- Modernização dos reatores eletrônicos.



1958 Lâmpadas halógenas



- Lâmpada de filamento cujo bulbo possui em seu interior o gás hologênio;
- Compactas, possibilita uso diversificado e liberdade de criação
- Mais luz com menor potência;
- Realça as cores e objetos com eficiência energética maior que as incandescentes;
- Possuem Luz mais branca e uniforme ao longo da vida útil;
- Vida útil mais longa, variando de 2000 a 4000 horas.

# Lâmpadas de tensão de rede



Lâmpada Par 16,20,38



Lâmpada palito



halopin

# Lâmpadas de baixa tensão 12V



Dicroica 51



A.R. 48, 70, 111

Módulo 03

Aula 02

A Revolução do Led  
Light Emiting Diode  
(Diodo Emissor de Luz)

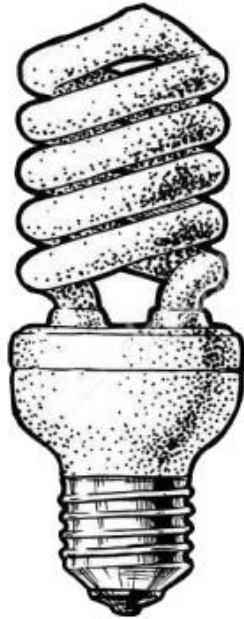
# *A evolução da Lâmpada*

**1879**



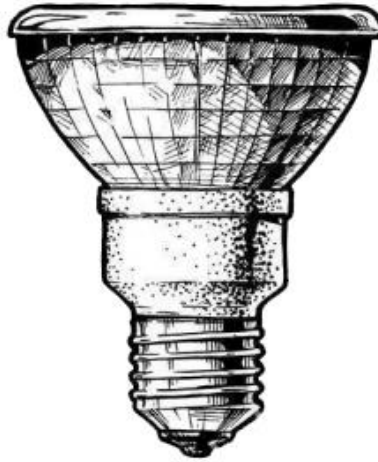
*Incandescente*

**1938**



*Fluorescente*

**1958**



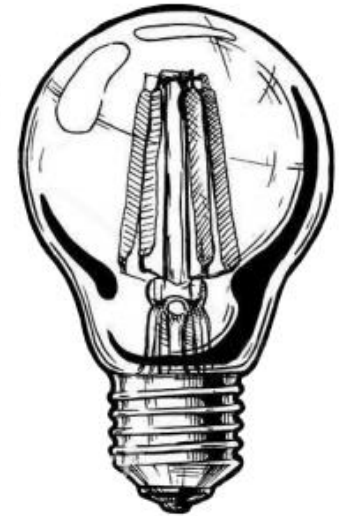
*Halógena*

**1989**



*LED*

**Hoje**



*LED Filamento*



- São formados pela junção de dois pequenos cristais impregnados com diferentes materiais.
- Dispositivos eletrônicos que permitem a passagem de corrente elétrica em apenas um sentido;
- Eram usados como sinalizadores de equipamentos eletrônicos (calculadoras, televisores, celulares, etc);
- Hoje, disponíveis nas cores: vermelho, amarelo, verde, azul e branco.

## Vantagens

- Longa durabilidade;
- Alta eficiência luminosa;
- Variedade de cores;
- Dimensões reduzidas;
- Alta resistência a choques e vibrações.

- Luz dirigida;
- Sem radiação ultravioleta e infravermelha;
- Baixa consumo de energia;
- Pequena dissipação de calor.
- Alguns modelos permitem dimerização

## Benefícios

- Proporciona novas possibilidades de design ao seu tamanho e variedades de cores;
- Solução econômica de longa durabilidade (até 100.000 horas);
- Redução drástica na manutenção (permite instalação em locais de difícil acesso;
- Consumo de energia extremamente reduzido (1W) ;
- Trabalham em baixa tensão e baixa corrente nominal (mais seguro) .

Futuro imediato  
(consumo e tamanho)



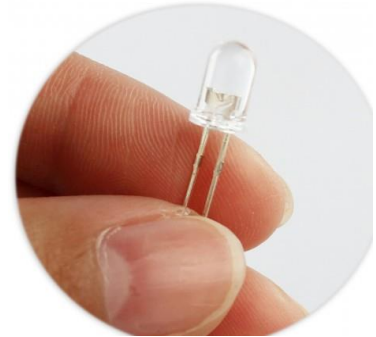
**40 W**

=



**20 W**

=



**1 W**

- Aproximadamente para a mesma quantidade de luz ( lumens)

Os leds estão tão presentes em nossas vidas que nem pensamos como funcionam.



Para entender o led precisamos recorrer  
aos conceitos de mecânica quântica

Em condições normais os materiais semicondutores não permitem a produção de corrente elétrica



Silício



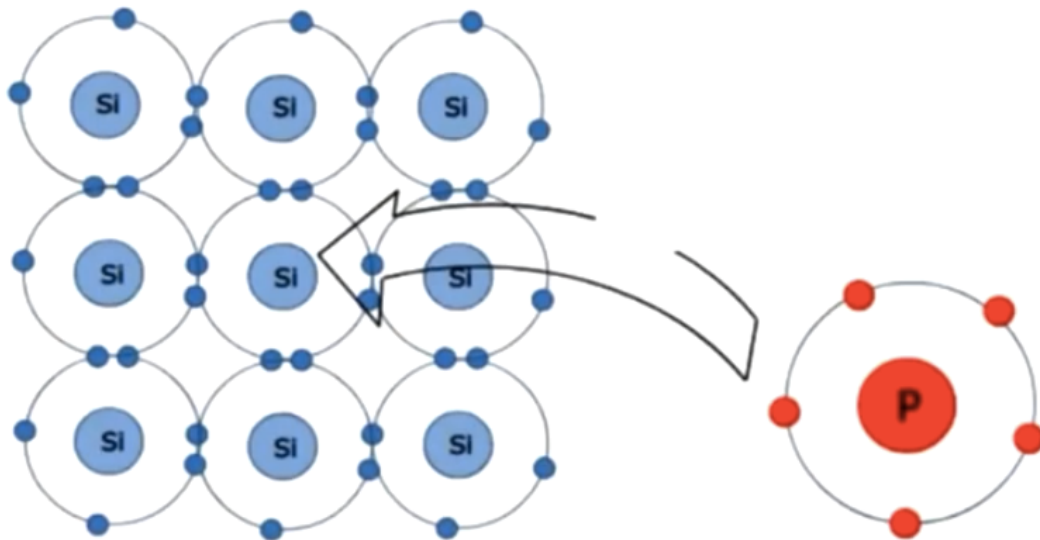
Germanio



Como ocorre a passagem de corrente em um led?

# Dopagem

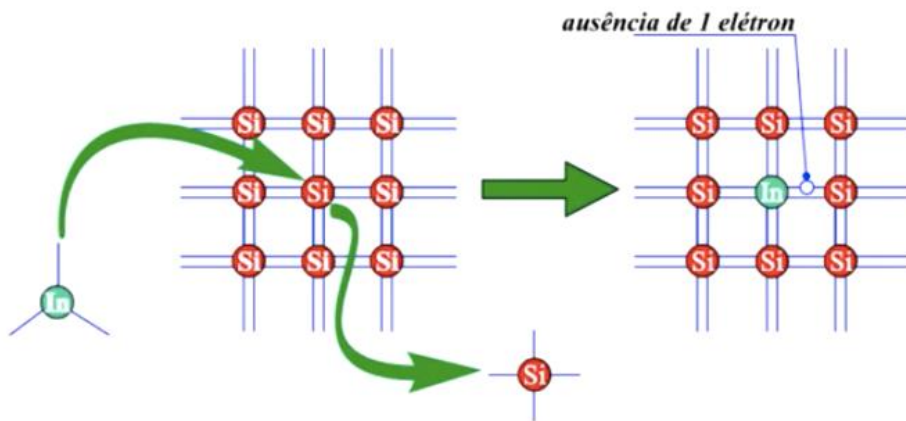
Material do tipo N



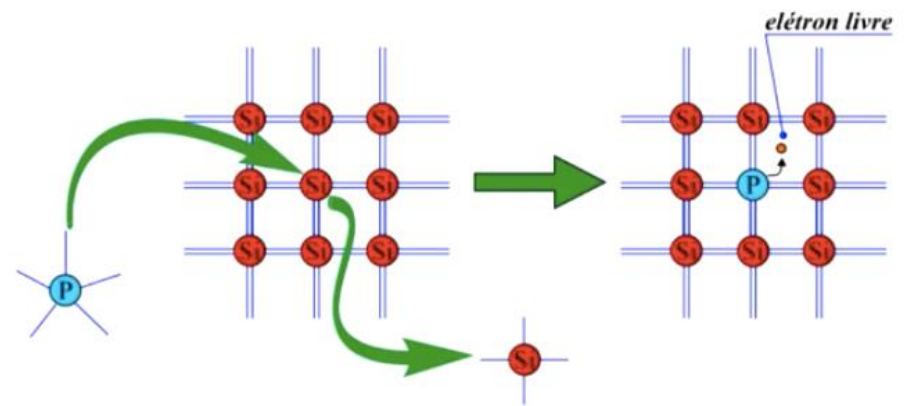
**DOPAGEM É O PROCESSO DE ADIÇÃO DE IMPUREZAS ESPECÍFICAS EM UM MATERIAL SEMICONDUTOR RELATIVAMENTE PURO PARA SE OBTER MATERIAIS DO TIPO P OU N.**

Positive / Negative

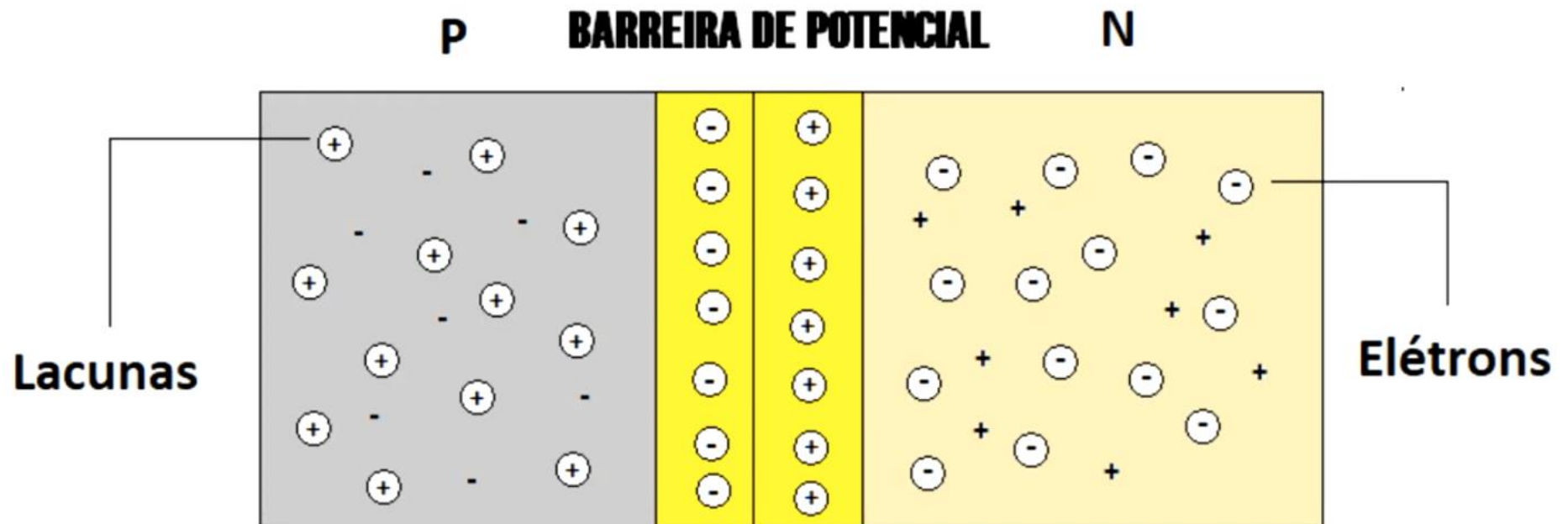
## JUNÇÃO P



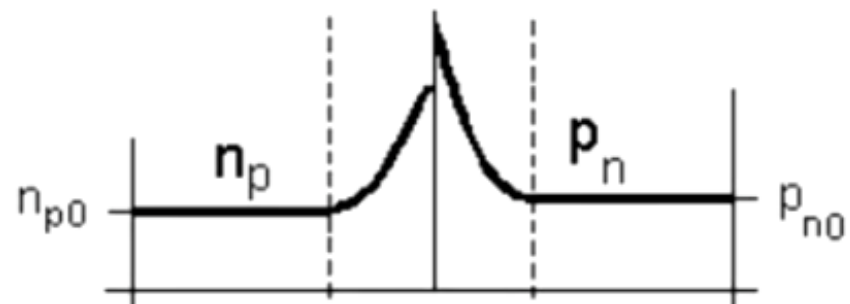
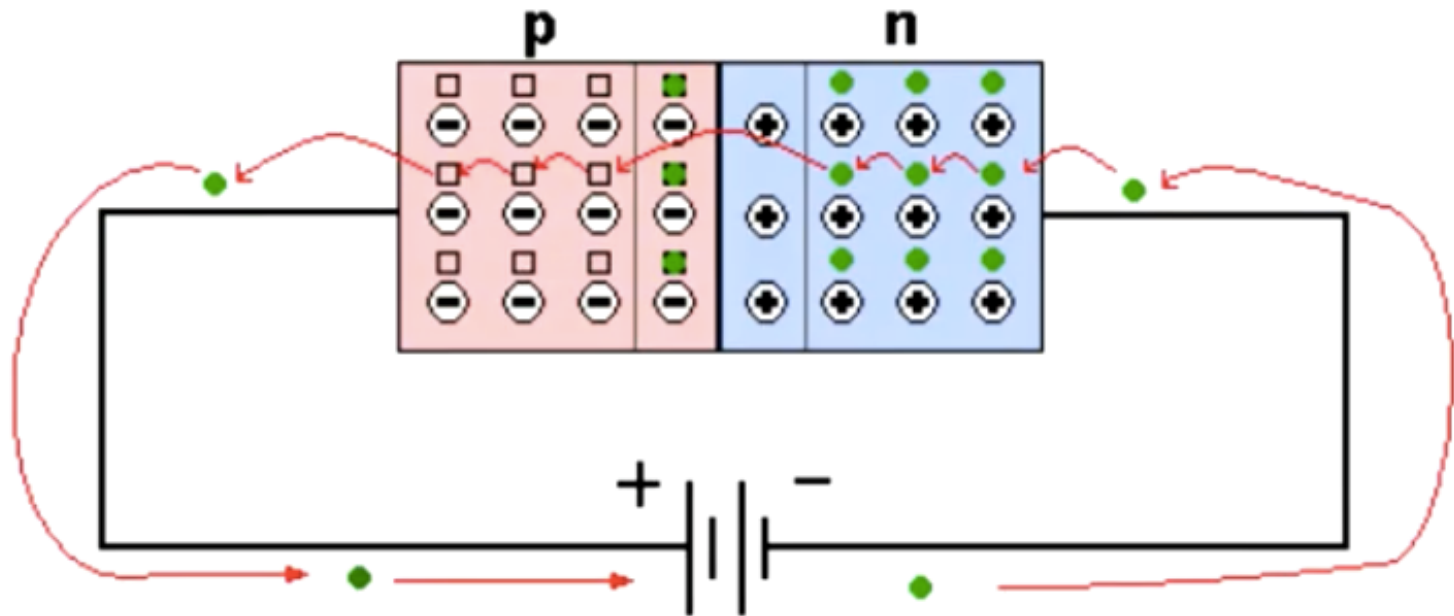
## JUNÇÃO N



## Junção P/N



# Polarização direta





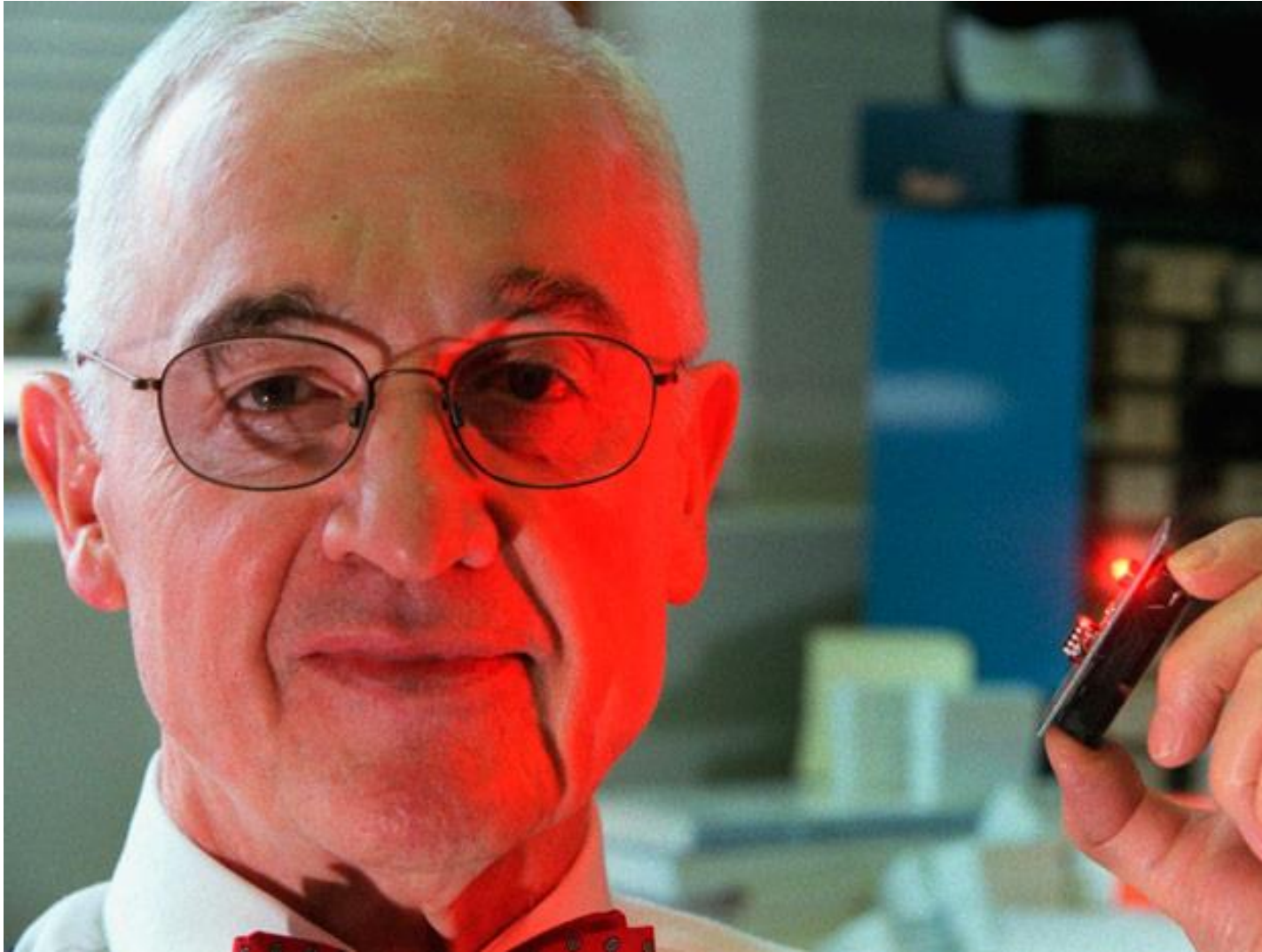


Henry Round 1907 realizou a primeira descrição sobre a eletroluminescência



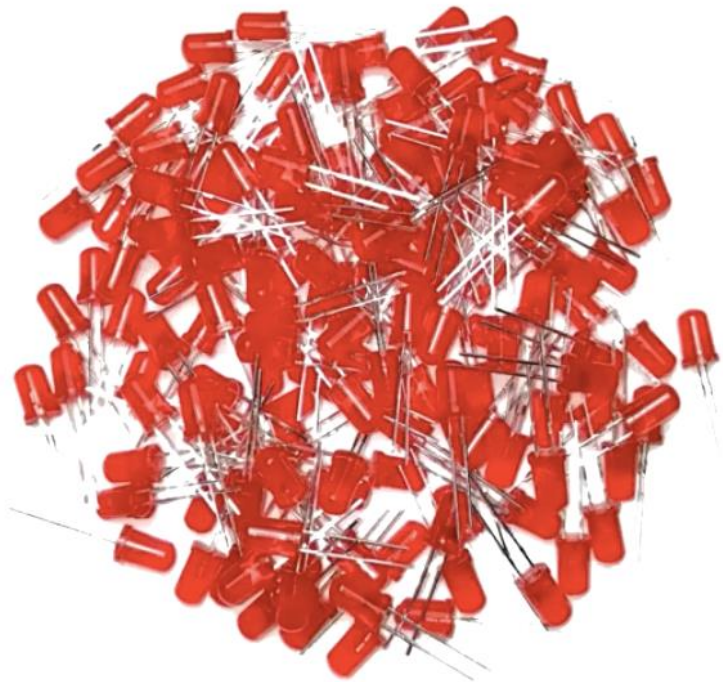
O cientista britânico observou que certos semicondutores emitem luz quando uma corrente elétrica passa por eles.

Nick Holoniak 1962



A primeira lâmpada de Led criada emitia apenas luz vermelha

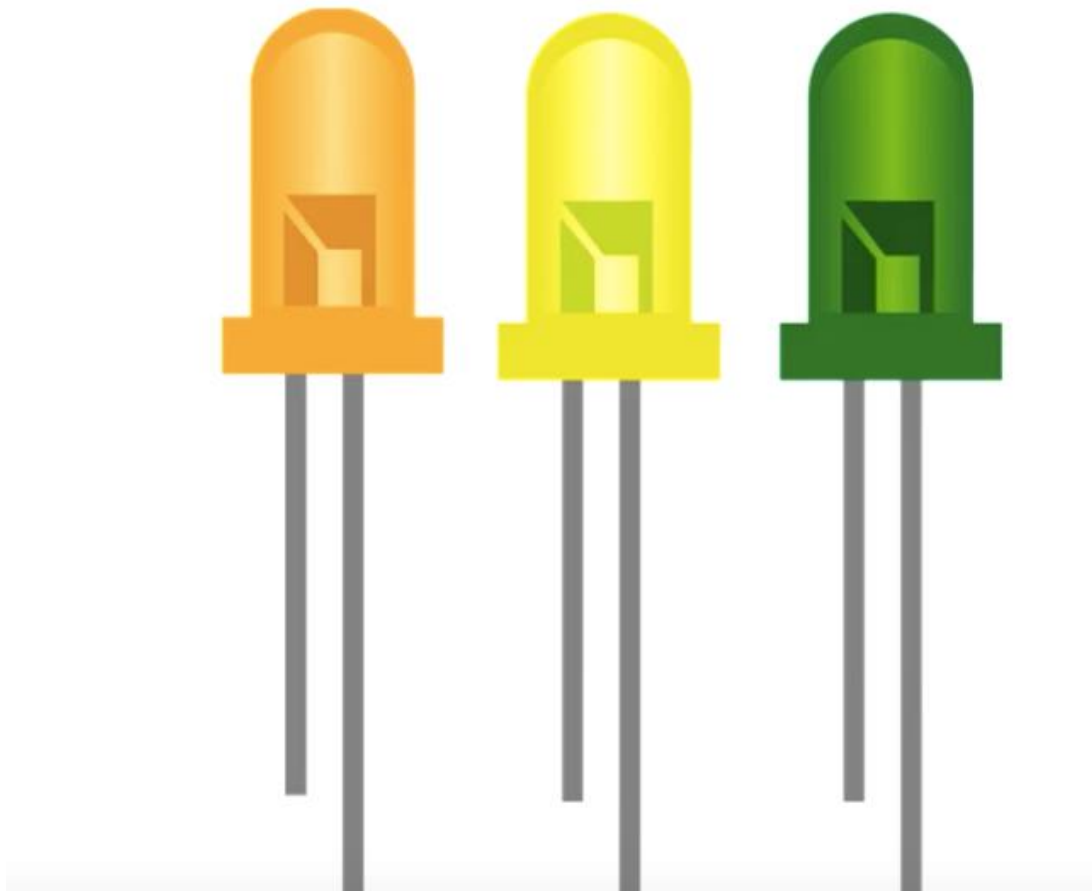




Nos anos 70, os LED's ( baratos) são usados como indicadores luminosos em todo tipo de aparelhos eletrônicos. Calculadoras, controles remotos, ate chegar nos celulares.



Na década de 70 foram desenvolvidos  
Leds em outras cores, como verde  
laranja e amarela



# LED PARA SEMÁFORO



# 1993 – Revolução no mundo dos Leds

**SHUJI NAKAMURA**



**ISAMU AKASAKI**

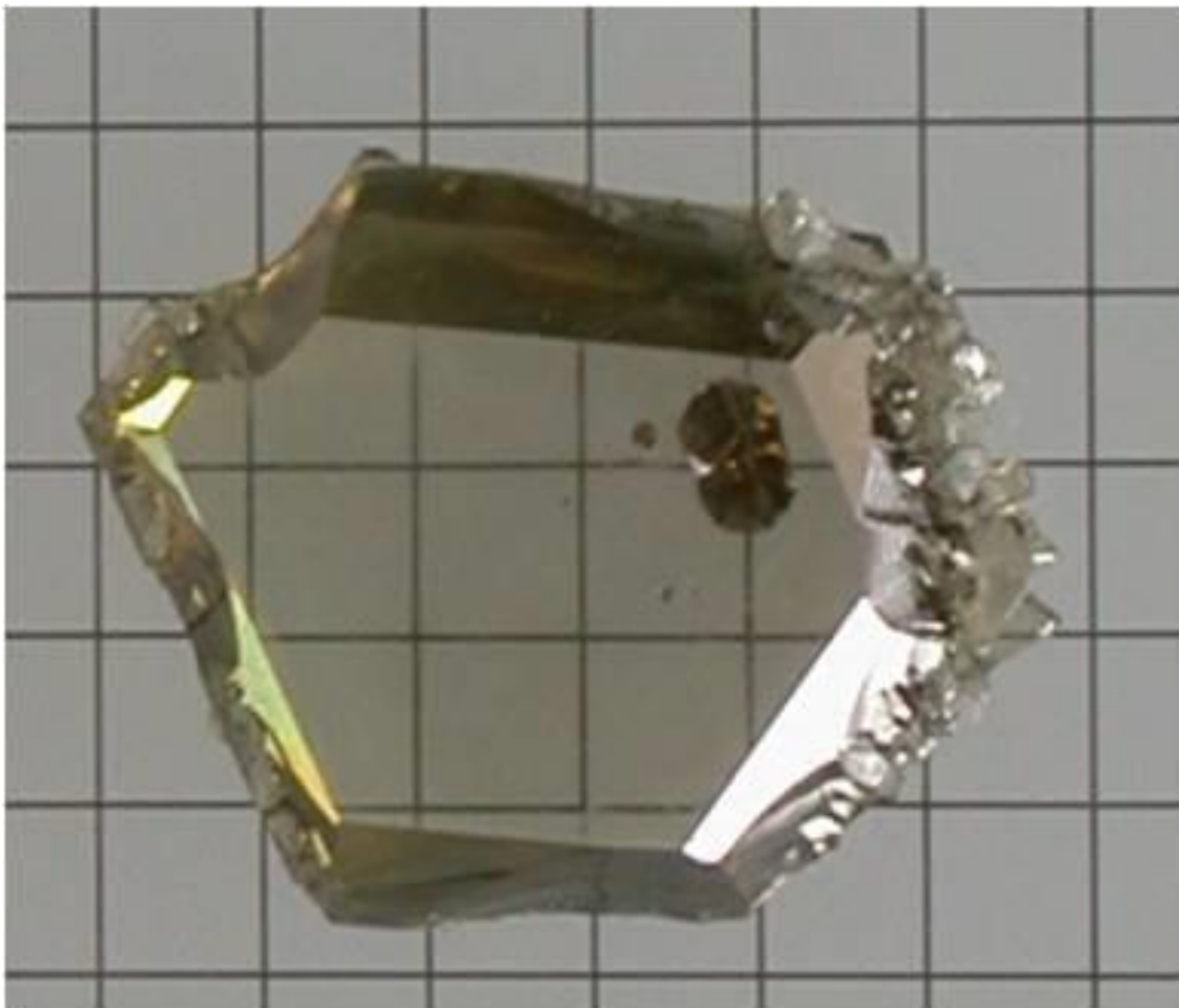


**HIROSHI AMANO**





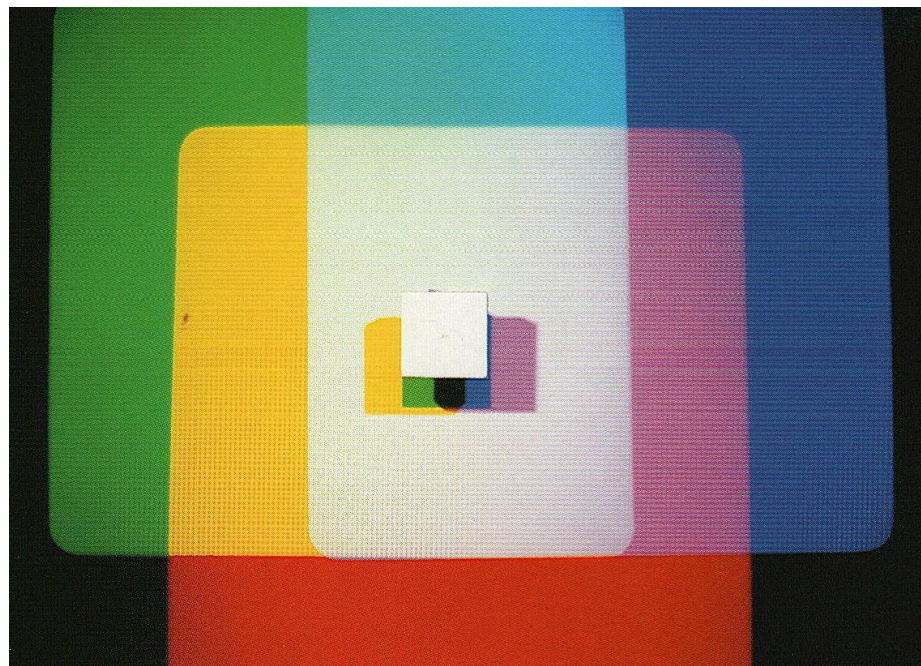
# Nitreto de gálio



Nasce o led azul cor brilhante,  
Agora os Leds podiam iluminar o mundo.



Nasce o RGB led





2004 primeira TV de led ( Sony Qualia 005)  
muito mais fina e qualidade de imagem



# O Led iluminando sua sua casa

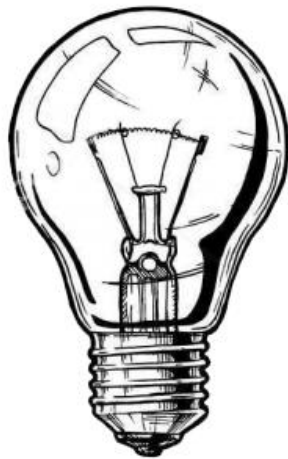
Após muitas tentativas de aumentar a potência e melhorar a qualidade da luz branca, em 2011 a Philips Lighting North America , ganha o Prêmio L Prize do departamento de Energia dos EUA com sua lâmpada

Era o começo de uma energia ultra eficiente que iria transformar a historia da iluminação para sempre!!



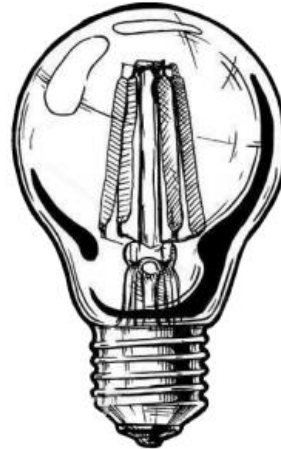
# Retrofit do led

**1879**



*Incandescente*

**Hoje**



*LED Filamento*





2009 Show 360 U2













*The Royal Swedish Academy of Sciences has decided to award the*

## 2014 NOBEL PRIZE IN PHYSICS

*to:*



**Isamu Akasaki, Hiroshi Amano  
and Shuji Nakamura**

*"for the invention of efficient blue light-emitting diodes which has enabled bright and energy-saving white light sources"*

Em 2018 a cidade de Montreal investe mais de 20 milhões de Euros em luminárias de Led para deixar a cidade mais sustentável e inteligente.



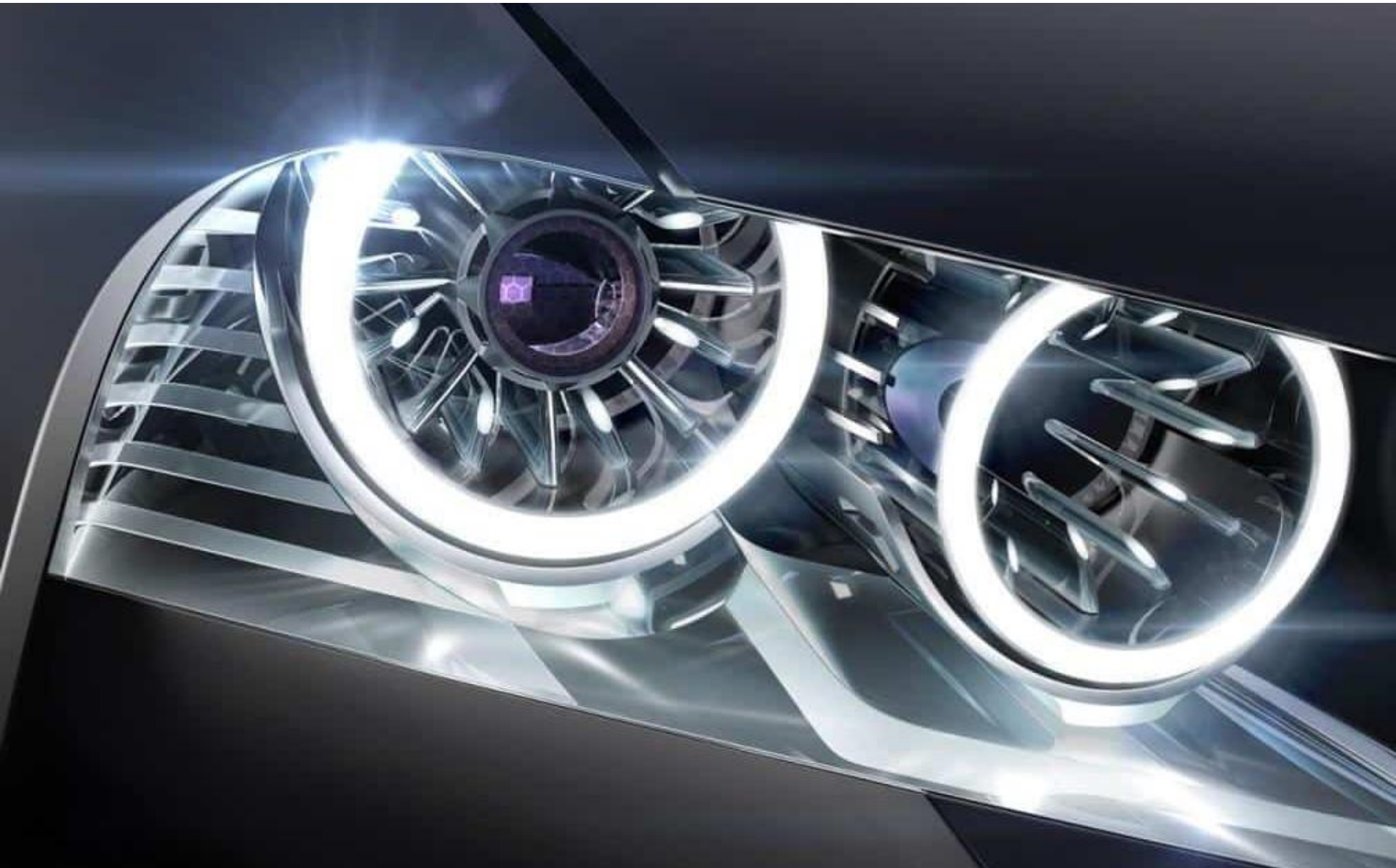
Usos hoje em dia

Pequenos sinalizadores





# Faróis de carro





Projeto Estúdio Penha















Módulo 03

Aula 03

Grandezas e conceitos

## Sistema internacional de unidades.

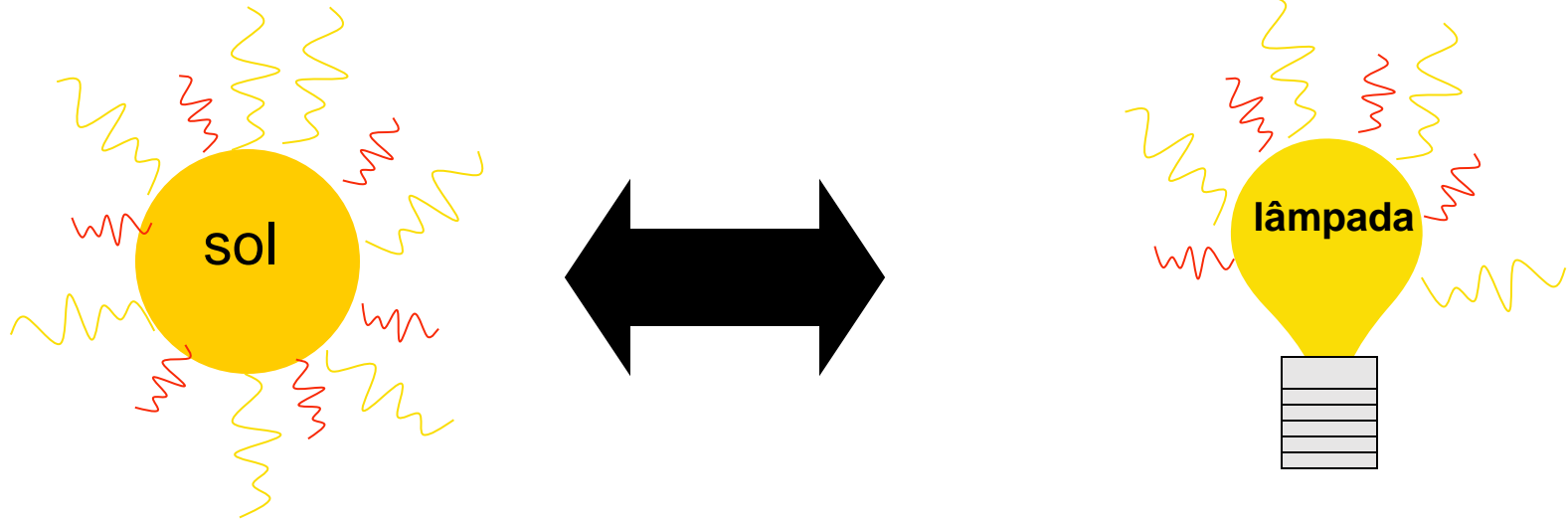
- **W – Watt / Watts** → potência, quantidade de energia consumida de maneira contínua.
- **V – Volt / Volts** → tensão elétrica de rede. ( 110V / 220V)

# Dimmer

tem como função variar a intensidade da luz de acordo com a necessidade

# Luz

- Fonte de radiação que emite ondas eletromagnéticas



- Elas possuem diferentes comprimentos.
- O olho, só é sensível a uma faixa de radiação e é capaz de perceber diferentes comprimentos dentro desta faixa.

- LUZ: a radiação eletromagnética capaz de produzir uma sensação visual.
- RAIO: é a direção da propagação da luz. Nos meios homogêneos os raios são retilíneos.
- FEIXO: é um conjunto de raios de luz que partem de uma mesma fonte.

# Luminosidade

- FÍSICA – é a quantidade de radiação emitida por uma estrela ou objeto celeste em um determinado intervalo de tempo
- Intensidade de luz difusa



## Sensação luminosa

- É a capacidade da luz geral em função da quantidade de luz emitida e seu comprimento de onda.

- Radiações de menor comprimento (violeta/azul);



- Maior sensação luminosa com pouca luz

- Radiações de maior comprimento (laranja /verm.);



- Menor sensação luminosa com pouca luz.

Lembrando

A cor está na luz e não no objeto;

É a luz que gera a sensação de tonalidade  
de cor.

## Temperatura de cor

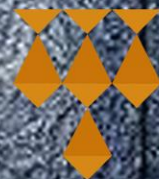
- É a cor da luz;
- São classificadas em:

Luz quente (+amarelada) aproximadamente  
2.700 K;

Luz fria (+branca) aproximadamente  
6.500 K;



**DICA:**  
TEMPERATURA DE COR





CORES QUENTES

CORES NEUTRAS

CORES FRIAS

2700K

4000K

6500K

## Radiador de plank

- Processo usado para determinação da temperatura de cor.
- “Barrinha de ferro” – corpo negro que submetido ao calor passa do tom avermelhado para laranja, amarelo, até o ponto de fusão onde ficará com branca azulada.



Quanto mais calor em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ );



Mais branca ficará;



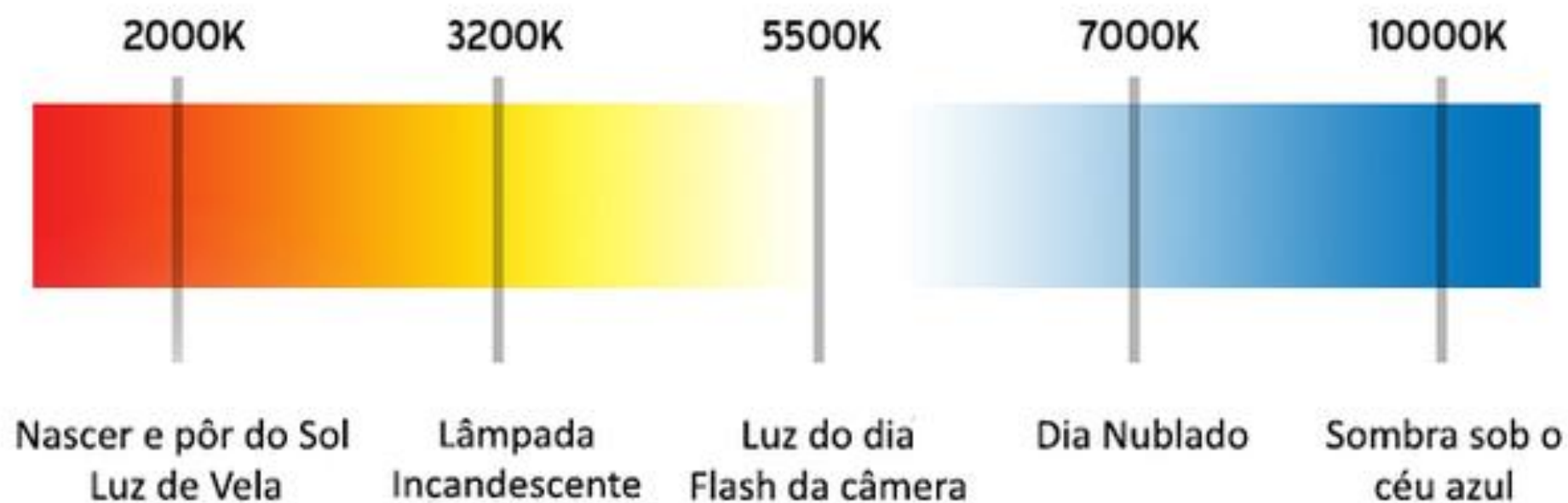
Transforma a temperatura (calor), em Kelvin;



Teremos a temperatura de cor;



Quanto mais alta a temperatura de cor  
mais branca será a luz.



## Sensação luminosa

- É a capacidade da luz geral em função da quantidade de luz emitida e seu comprimento de onda.

- Radiações de menor comprimento (violeta/azul);



- Maior sensação luminosa com pouca luz.

- Radiações de maior comprimento (laranja/verm.);



- Menor sensação luminosa com pouca luz.

Temperatura de  
cor

$\neq$

Reprodução de  
cor

- Objetos iluminados podem parecer diferentes mesmo se a fonte de luz tiver a mesma tonalidade.

índice de reprodução de cor

Símbolo: IRC ou Ra

Unidade: R

É a capacidade que uma luz tem de reproduzir uma cor similar quando exposta a luz do sol.

IRC=100 aproximadamente luz solar =  
maior fidelidade de cor

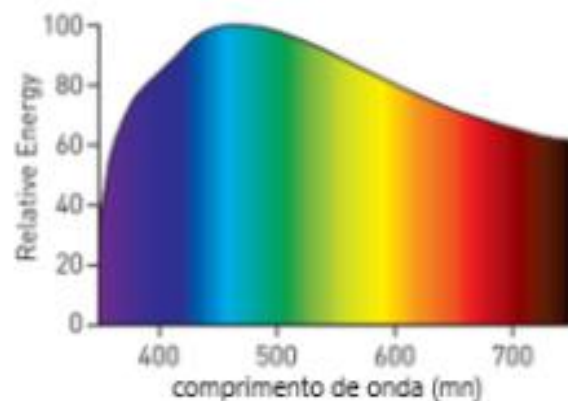


# ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE CORES

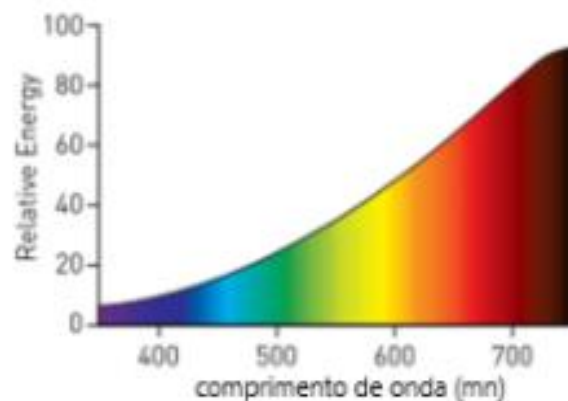
100	<b>EXCELENTE</b>	<b>NÍVEL 1</b>	<b>1a - Ra 90 a 100</b>	<b>Testes de cor, floricultura, escritórios, residências, lojas</b>
	<b>MUITO BOM</b>		<b>1b - Ra 80 a 89</b>	
80	<b>BOM</b>	<b>NÍVEL 2</b>	<b>2a - Ra 70 a 79</b>	<b>Áreas de circulação, escadas, oficinas, ginásios esportivos</b>
	<b>RAZOÁVEL</b>		<b>2b - Ra 60 a 69</b>	
60	<b>REGULAR</b>	<b>NÍVEL 3</b>	<b>Ra 40 a 59</b>	<b>Depósitos, postos de gasolina, pátio de montagem industrial</b>
40	<b>INSUFICIENTE</b>	<b>NÍVEL 4</b>	<b>Ra 20 a 39</b>	<b>Vias de tráfego, canteiros de obras, estacionamentos</b>



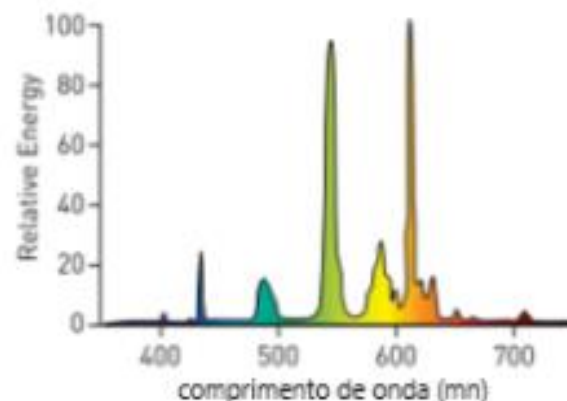
**Luz do dia**



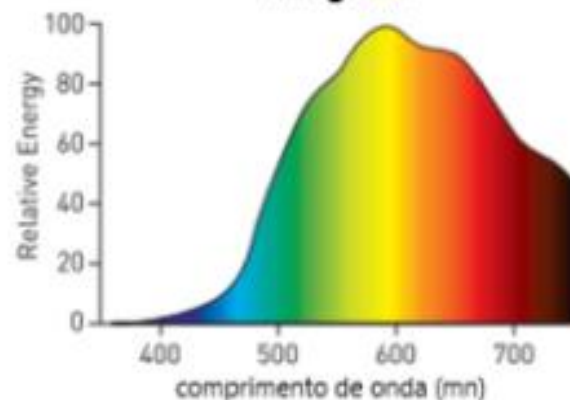
**Incandescente**



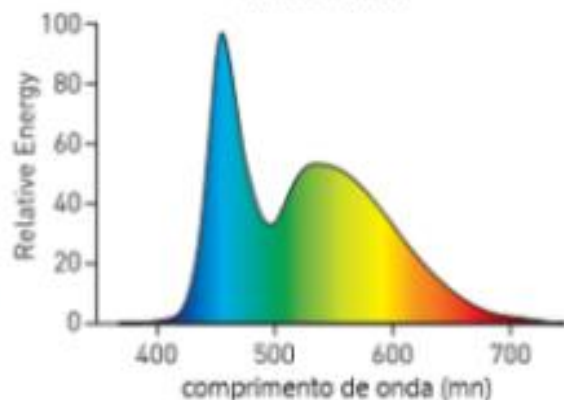
**Fluorescente**



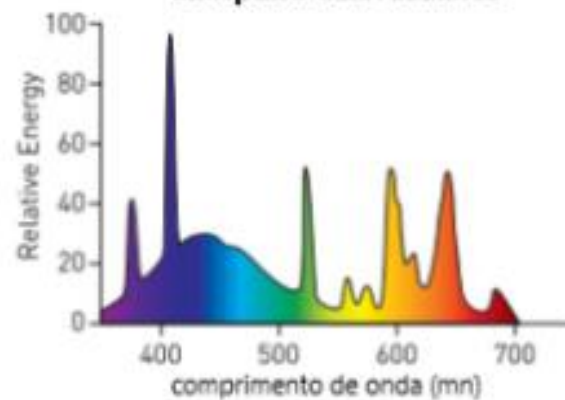
**Halogênio**

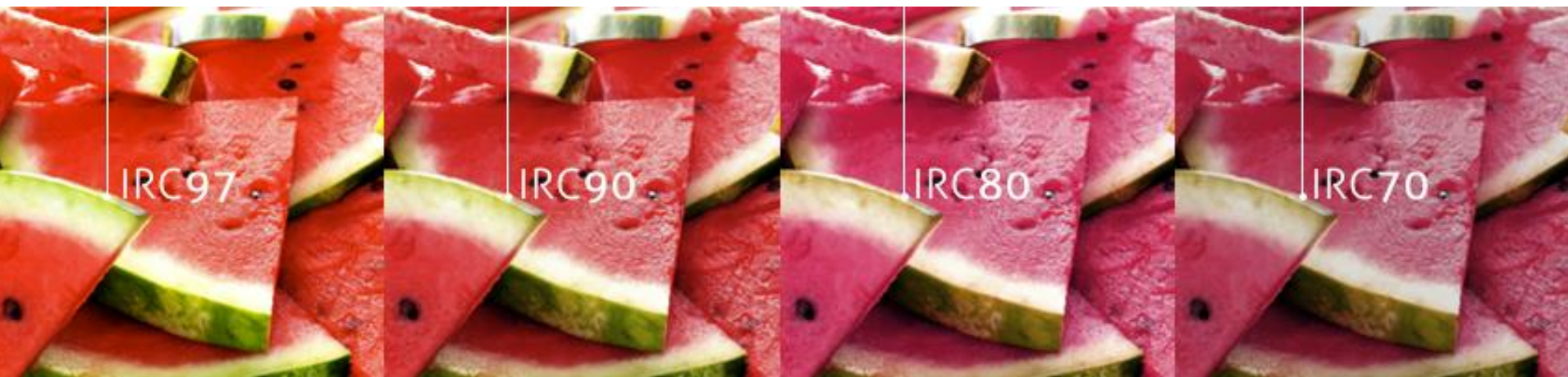


**LED branca**



**Lâmpada fluorescente**







Esquerda- IRC de 80

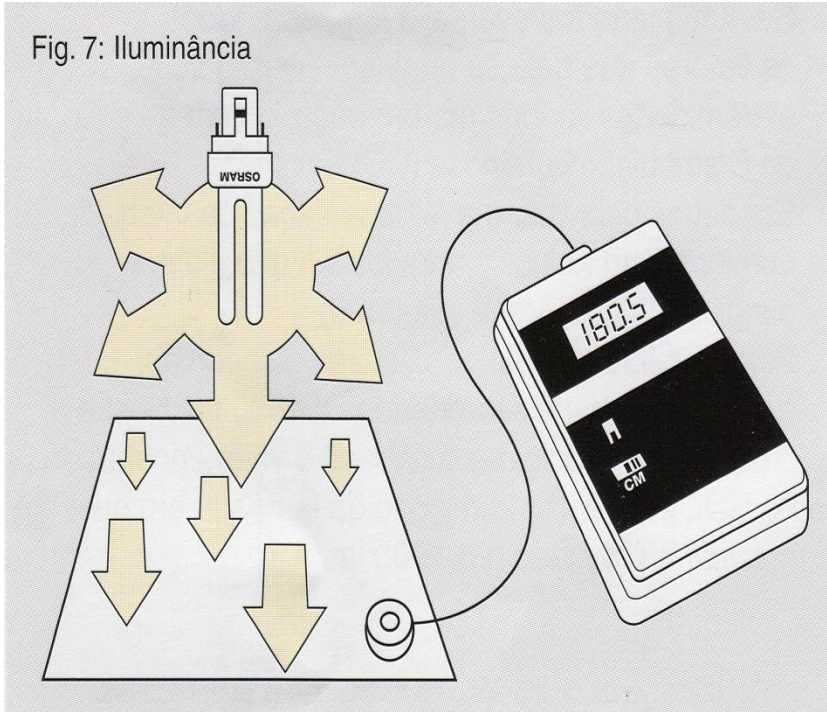
Direita- IRC de 100





# Iluminância ( Iluminamento)

Fig. 7: Iluminância



- Quantidade de luz dentro de um ambiente;
- Pode ser medido com luxímetro (unidade “lux”)
- Indica o fluxo luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície à uma certa distância desta fonte.

## Anexo 1 - Níveis de Iluminância Recomendáveis para Interiores

### Exemplificação da Norma NBR-5413

Obs.: os valores são fornecidos para observadores com idade entre 40 e 55 anos, praticando tarefas que demandam velocidade e precisão médias

Descrição da Atividade	Em (lx)
Depósito	200
Circulação/corredor/escadas	150
Garagem	150
Residências (cômodos gerais)	150
Sala de leitura (biblioteca)	500
Sala de aula (escola)	300
Sala de espera (foyer)	100
Escritórios	500
Sala de desenhos (arquit.e eng.)	1000
Editoras (impressoras)	1000
Lojas (vitrines)	1000
Lojas (sala de vendas)	500
Padarias (sala de preparação)	200
Lavanderias	200
Restaurantes (geral)	150
Laboratórios	500
Museus (geral)	100
Indústria/montagem (ativ. visual de precisão média)	500
Indústria/inspeção (ativ. de controle de qualidade)	1000
Indústria (geral)	200
Indústria/soldagem (ativ. de muita precisão)	2000

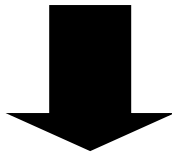
Existem normas especificando o valor mínimo de Em, para ambientes diferenciados pelo atividade exercida relacionada ao conforto visual.

# Fluxo Luminoso

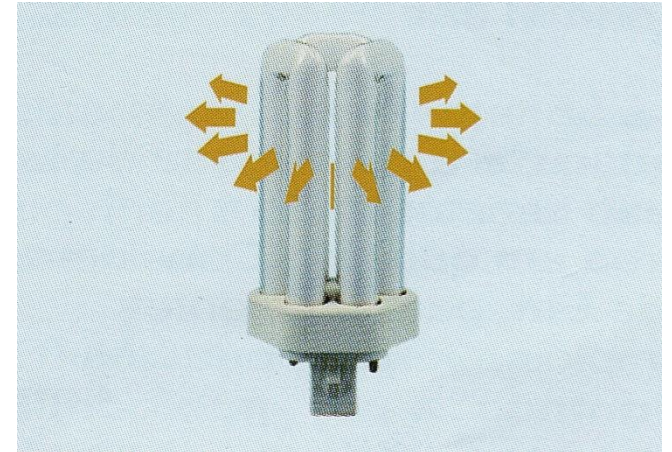
Símbolo:  $\varphi$

Unidade: Lumen (lm)

- Quantidade de luz emitida por uma fonte (lâmpada) na tensão nominal de funcionamento.



- Radiação total desta fonte

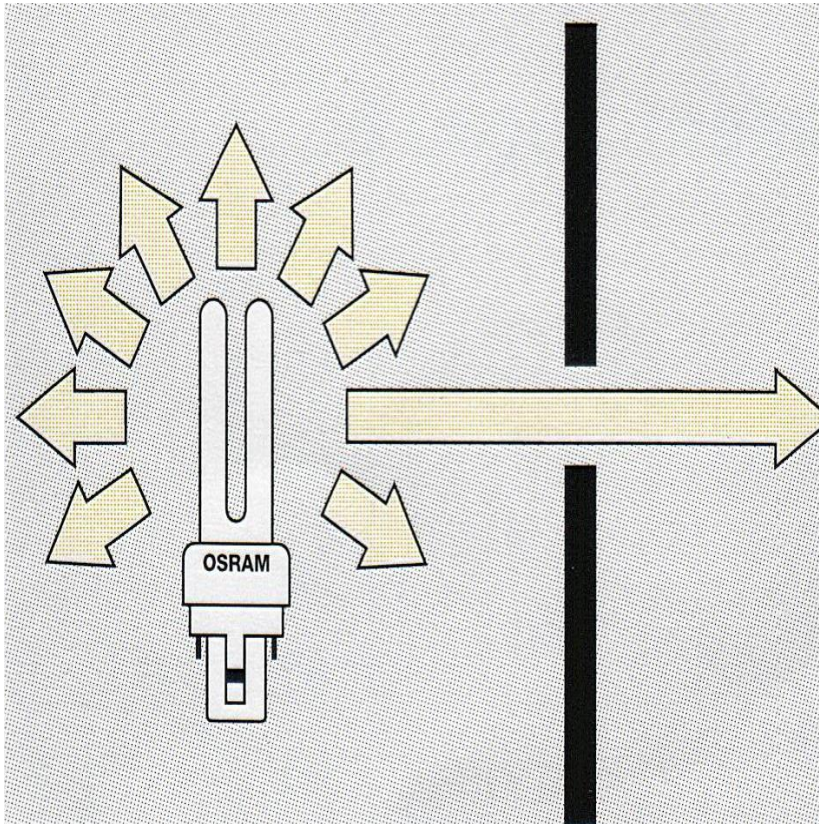




# Intensidade luminosa

Símbolo :  $I$

Unidade: candela (cd)



- Lâmpada não irradia luz uniformemente;
- Fluxo luminoso irradiado na direção de um determinado ponto;
- Representada por vetores, cujo comprimento indica a intensidade luminosa.

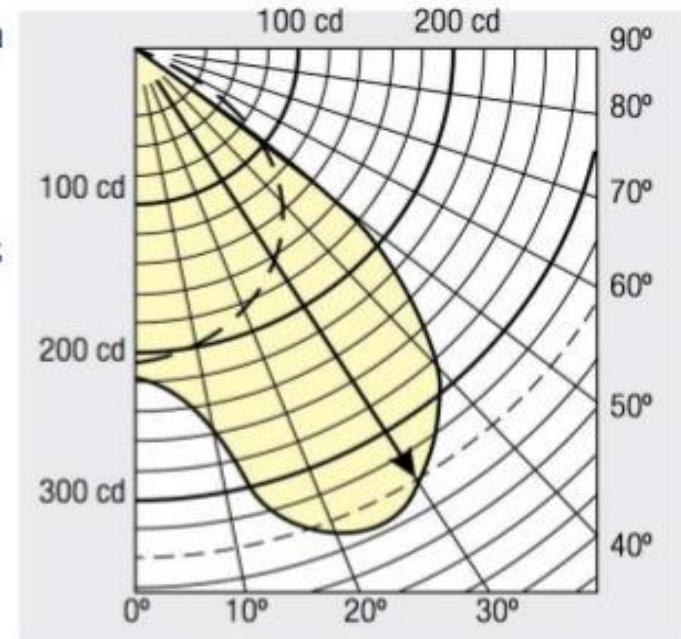
# Curva de distribuição luminosa

Símbolo: CDL

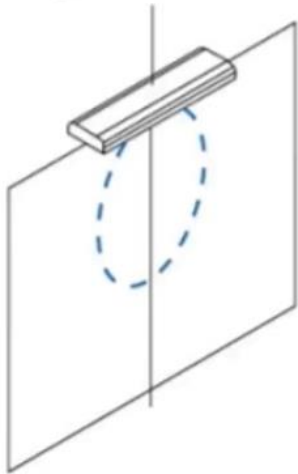
Unidade: candela (cd)

- Representação da intensidade luminosa em todos os ângulos em que ela é direcionada num plano;
- Resultado da ligação dos extremos dos vetores de intensidade luminosa;

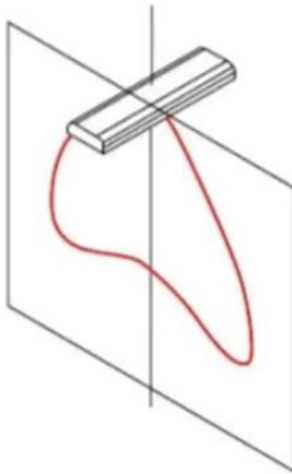
⌘ Exemplo orientativo para leitura das curvas de distribuição luminosa (CDL), cálculo da intensidade luminosa nos diferentes pontos e a respectiva Iluminância (ver figura exemplo ao lado).



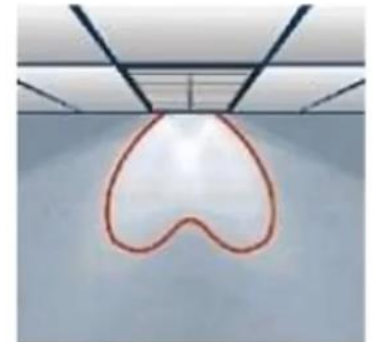
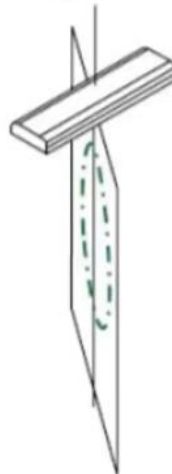
Longitudinal



Transversal



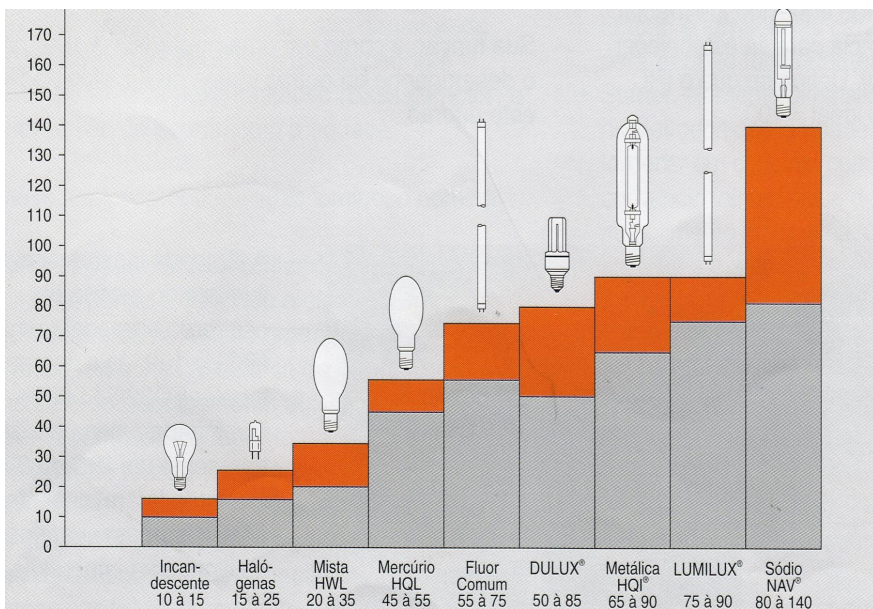
Diagonal



# Eficiência energética

Símbolo:  $\eta_w$

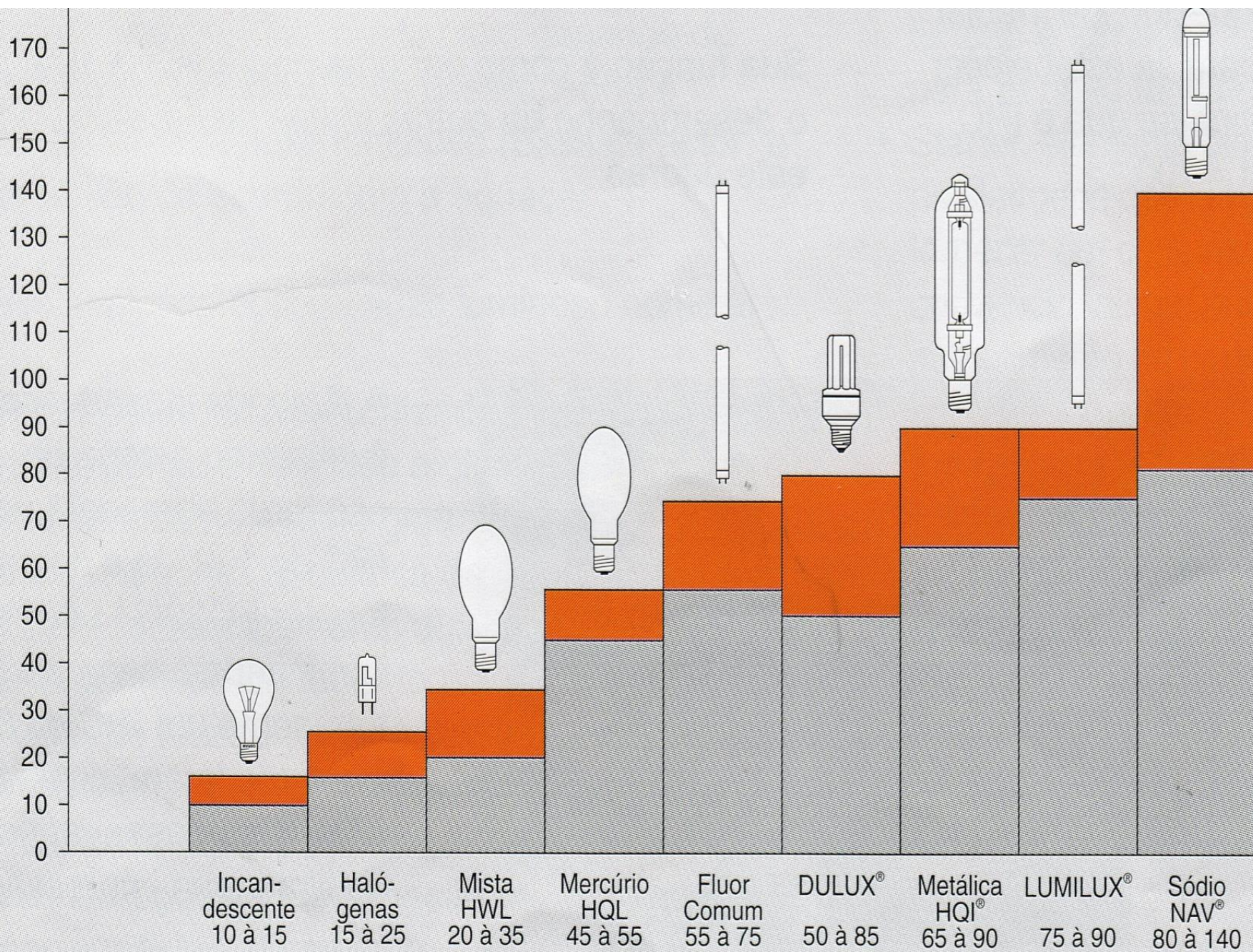
Unidade: lm / w (lumen / watt)



- A capacidade que a lâmpada tem de transformar a energia absorvida em luz.

- Diretamente ligada à estabelecer se é econômica ou não.







# Comparativo de eficiências

60 W



800lm

13,3 lm/W

42W



730 lm

17,4 lm/W

7W



600lm

85,7 lm/W



## Equipamentos auxiliares em iluminação

Luminária: abriga a lâmpada e direcionada a luz;

Transformador: equipamento auxiliar cuja função é converter a tensão de rede (tensão primária) para outro valor de tensão (tensão secundária).

Reator: equipamento auxiliar ligado entre a rede e as lâmpadas de descarga, cuja função é estabilizar a corrente através da mesma.