

**1613** Lei do inverso do quadrado das distâncias  $E \propto 1/d^2$  (1613)

**1729** Fotómetros visuais de comparação directa (1729)

**1760** Leis da adição  $E = E_1 + E_2$  e do coseno  $E \propto \cos(\alpha)$  (1760)

**1800** Padrões de intensidade luminosa  
Vela esteárica (até 1800)  
Lâmpada a óleo (1800-1880)  
Lâmpada de gás (1880-1940) (DE)  
Lâmpada eléctrica padrão com filamento de carvão: a "vela internacional" (1909-1933) (GB, F, USA)  
1<sup>os</sup> trabalhos sobre emissão do corpo negro no ponto de fusão da platina (1880)

**1924** A *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE) recomenda a adopção da eficiência luminosa espectral relativa,  $V(\lambda)$ , do observador de referência

**1940** O **lumen** é "o fluxo luminoso emitido dentro do ângulo sólido unidade (o esterradiano) por uma fonte pontual uniforme tendo uma intensidade luminosa de 1 candela."

**1948** 9.<sup>a</sup> Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), Resolução 7, 1948

**1967** "A **candela** é a intensidade luminosa, na direcção perpendicular, dum superfície de 1/600 000 metros quadrados dum corpo negro à temperatura de congelação da platina sob a pressão de 101 325 newtons por metro quadrado."  
13.<sup>a</sup> CGPM, Resolução 5, 1967

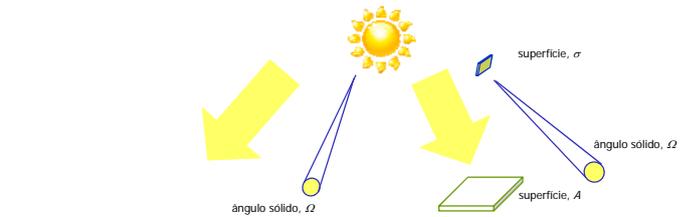
**1979** Nova definição da candela, unidade de base do Sistema Internacional de Unidades de medida (SI)  
16.<sup>a</sup> CGPM, Resolução 3, 1979

**2015?** 25.<sup>a</sup> CGPM: Novas definições das unidades de base do SI? BIPM; 23.<sup>a</sup> CGPM

**P. Bouguer** **J.H. Lambert**

## Definição da candela

A **candela** é a intensidade luminosa, numa dada direcção, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência  $540 \times 10^{12}$  hertz e cuja intensidade energética nessa direcção é 1/683 watt por esterradiano.



Grandezas energéticas	Fluxo energético	Intensidade energética	Irradiância	Radiância
Símbolos	$\Phi_e$	$I_e = d\Phi_e/d\Omega$	$E_e = d\Phi_e/dA$	$L_e = dI_e/d\sigma$

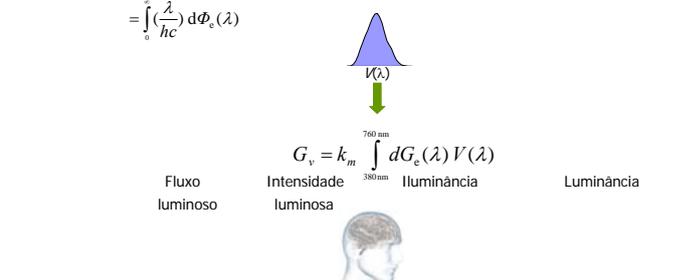
Grandezas fotónicas	Fluxo fotónico	Intensidade fotónica	Irradiância fotónica	Radiância fotónica
Símbolos	$\Phi_p = \frac{dN_p}{dt} = \int_0^\infty \left(\frac{\lambda}{hc}\right) d\Phi_e(\lambda)$	$I_p = d\Phi_p/d\Omega$	$E_p = d\Phi_p/dA$	$L_p = dI_p/d\sigma$

Fluxo luminoso:  $G_v = k_m \int_{380nm}^{760nm} dG_e(\lambda) V(\lambda)$

Intensidade luminosa

Iluminância

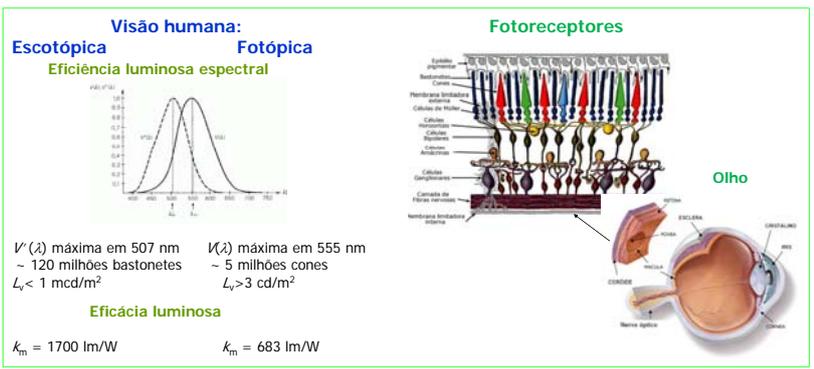
Luminância



Grandezas		Unidades	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
fluxo energético	$\Phi_e$	watt	W
fluxo fotométrico	$\Phi_p$	lúmen	lm
fluxo fotónico	$\Phi_p$	segundo à potência menos um	$s^{-1}$
intensidade energética	$I_e$	watt por esterradiano	$W sr^{-1}$
intensidade fotométrica	$I_p$	candela	cd
intensidade fotónica	$I_p$	segundo à potência menos um esterradiano à potência menos um	$s^{-1} sr^{-1}$
irradiância	$E_e$	watt por metro quadrado	$W m^{-2}$
iluminância	$E_p$	lux	lx
irradiância fotónica	$E_p$	segundo à potência menos um metro à potência menos dois	$s^{-1} m^{-2}$
radiância	$L_e$	watt por metro quadrado por esterradiano	$W m^{-2} sr^{-1}$
luminância	$L_p$	candela por metro quadrado	$cd m^{-2}$
radiância fotónica	$L_p$	segundo à potência menos um metro à potência menos dois esterradiano à potência menos um	$s^{-1} m^{-2} sr^{-1}$

**Visão humana:** Escotópica vs Fotópica

**Eficiência luminosa espectral**



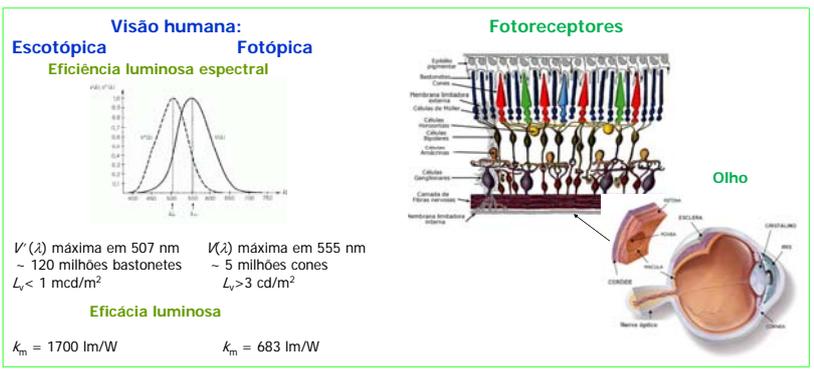
$V(\lambda)$  máxima em 507 nm  
~ 120 milhões bastonetes  
 $L_v < 1$  mcd/m<sup>2</sup>

$V(\lambda)$  máxima em 555 nm  
~ 5 milhões cones  
 $L_v > 3$  cd/m<sup>2</sup>

**Eficácia luminosa**

$k_m = 1700$  lm/W       $k_m = 683$  lm/W

**Fotoreceptores**



**Olho**

## Ordens de grandeza associadas à Fotometria

Decreto Lei n.º 128/2010 de 3 de Dezembro

**Olho sensível à luminância**

**Valores**

0,1 mcd m<sup>-2</sup>      0,1 cd m<sup>-2</sup>      entre 0,5 cd m<sup>-2</sup> e 3 cd m<sup>-2</sup>      entre 100 cd m<sup>-2</sup> e 150 cd m<sup>-2</sup>      2,7 kcd m<sup>-2</sup>      5 kcd m<sup>-2</sup>      30 kcd m<sup>-2</sup>      125 kcd m<sup>-2</sup>      1 Mcd m<sup>-2</sup>      1,5 Gcd m<sup>-2</sup>

folha branca sob céu estrelado      folha branca sob luar      iluminação pública      ecrã de computador      lua cheia      vela esteárica      folha branca ou neve sob sol      lâmpada 100 W, baça a incandescência      lâmpada 100 W, clara a incandescência ou arco eléctrico      sol

**Lesões do sistema visual**