

## Imagens Coloridas

Gonzales - Capítulo 6

Hitoshi  
2o Semestre 2004

## Cor: Percepção ou fenômeno físico?

- 1666 - Sir Isaac Newton mostrou que:

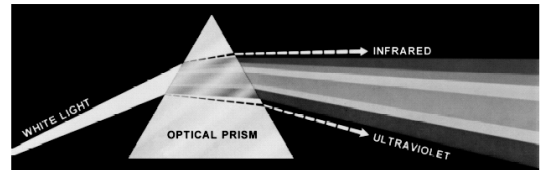


FIGURE 6.1 Color spectrum seen by passing white light through a prism. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

## Espectro visível

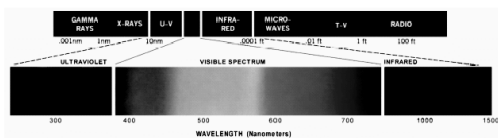


FIGURE 6.2 Wavelengths comprising the visible range of the electromagnetic spectrum. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

- onde está a cor branca?
- formação de imagens: reflexões

## Luz cromática x acromática

- Luz acromática => sem cor, só intensidade
- Luz cromática pode ser descrita por:
  - radiância: energia emitida pela fonte (watts)
  - luminância: energia percebida pelo observador (lumens)
  - brilho: quantidade subjetiva que contribui para a sensação de cor

## Cores primárias

- Cones:
  - 65% R
  - 33% G
  - 2% B

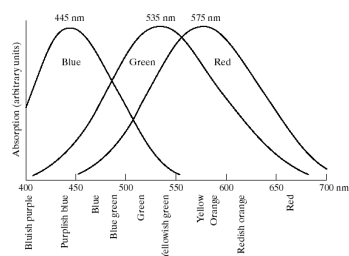
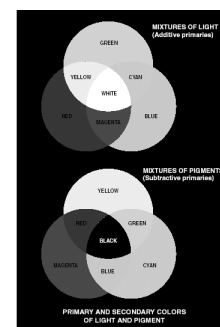


FIGURE 6.3 Absorption of light by the red, green, and blue cones in the human eye as a function of wavelength.

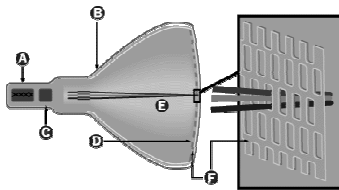
## Cores primárias e secundárias



a  
h

FIGURE 6.4 Primary and secondary colors of light and pigments. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

## Exemplo de cores aditivas



- A) catodo      B) camada condutiva  
C) anodo      D) fósforo  
E) elétrons      F) máscara

## Funcionamento

- Catodo: filamento aquecido que facilita a emissão de elétrons
- Anodo: Acelera os elétrons
- Camada condutiva: absorve os elétrons
- Fósforo: emite luz quando excitado por elétrons
- Máscara: organiza os feixes de forma que cada feixe só atinja os pixels RGB correspondentes

## Imagens coloridas



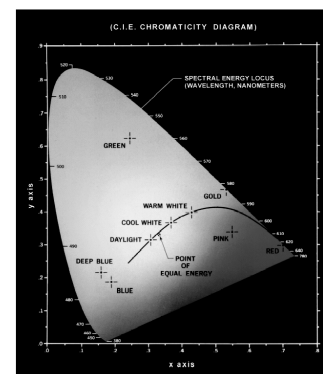
## Características de uma cor

- Brilho (brightness): intensidade do estímulo
- Matiz (hue): comprimento de onda dominante
- Saturação (saturation): pureza da cor, ou quantidade de branco. Cores puras são totalmente saturadas. Ex: rosa (vermelho + branco) é menos saturada que vermelho
- Cromaticidade: matiz + saturação

## Coefficientes tricromáticos

- $x = X / (X + Y + Z)$
- $y = Y / (X + Y + Z)$
- $z = Z / (X + Y + Z)$
- Outra forma de representação é através do diagrama de cromaticidade, que mostra todas as cores formadas por (x,y)
- O contorno do diagrama corresponde às cores do espectro (cores saturadas)
- O ponto de mesma energia equivale ao branco (cor com saturação 0)

- Diagrama de cromaticidade
  - qualquer linha entre 2 pontos no diagrama descreve todas as variações que podem ser obtidas pela adição dessas 2 cores.



## Exemplo

- Triângulo: gamut de cores de monitores
- Região irregular: impressoras

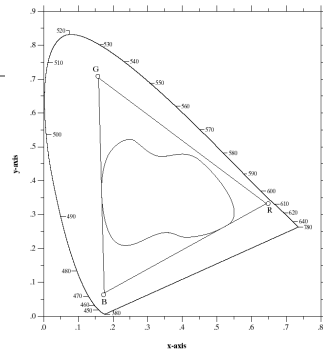
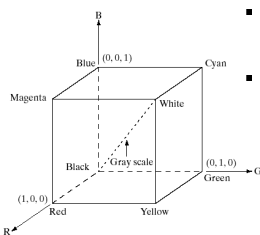


FIGURE 6.6 Typical color gamut of color monitors (triangle) and color printing devices (irregular region).

## Modelos de cor

- especificação de um sistema de coordenadas onde cada cor é representada por um ponto
- também conhecidos como espaços de cor ou sistemas de cor
- Podem ser orientados ao hardware ou à percepção humana:
  - RGB: red, green, blue
  - CMYK: cyan, magenta, yellow, black
  - HSI: hue, saturation, intensity

## Modelo de cor RGB



- Cubo: vértices formados pelas cores primárias e secundárias
- 3 cores, 8 bits por cor => 16.777.216 cores

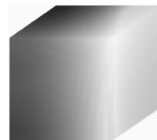


FIGURE 6.8 RGB 24-bit color cube.

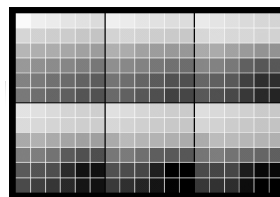


FIGURE 6.10 (a) The 216 safe RGB colors. (b) All the grays in the 256-color RGB system (grays that are part of the safe color group are shown underlined).

## Cores RGB seguras

- Alguns sistemas não são capazes de exibir imagens com 24 bits
- 8 bits é mais seguro, porém 40 valores são processados de forma diferente pelos sistemas, restando 216 (6x6x6) cores.

Number System	00	33	66	99	CC	FF
Hex	00	33	66	99	CC	FF
Decimal	0	51	102	153	204	255

- cada cor pode assumir os valores 0, 51, 102, 153, 204 ou 255

## Modelo de cor HSI

- RGB é um modelo apropriado para ser implementado em hardware e corresponde também ao fato do olho responder bem à essas cores primárias
- Porém, essa representação torna difícil descrever cores de uma forma mais apropriada para a interpretação humana
  - exemplo: qual a cor da sua casa?
    - sua resposta provavelmente não vai ser na forma de valores RGB.
    - uma resposta mais provável é na forma de intensidade, matiz e saturação

## Relação entre RGB e HSI

### Eixo de Intensidade

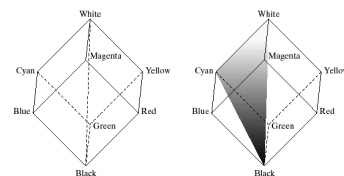


FIGURE 6.12 Conceptual relationships between the RGB and HSI color models.

## Relação entre RGB e HSI

- Matiz e saturação é formado pelo plano perpendicular ao eixo de intensidade
- A saturação aumenta a partir do eixo de intensidade

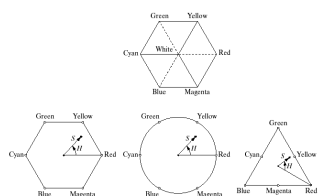
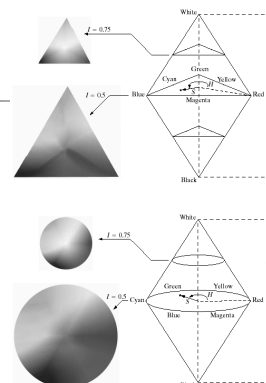


FIGURE 6.13 Hue and saturation in the HSI color model. The dot is an arbitrary color point. The angle from the red axis gives the hue, and the length of the vector is the saturation. The intensity of all colors in any of these planes is given by the position of the plane on the vertical intensity axis.

## Exemplos de transformação RGB para HSI



## Conversão RGB para HSI

- $I = (R + G + B) / 3$
- $H =$ 
  - $\theta$  se  $B \leq G$
  - $360 - \theta$  se  $B > G$
- $S = 1 - [\min(R, G, B)] / I$
- Onde:
  - $R, G$  e  $B$  são valores no intervalo  $[0, 1]$
  - $\theta$  medido com respeito ao eixo vermelho

## Conversão de HSI para RGB

- Depende do setor:
  - Setor RG ( $0 \leq H < 120$ )
    - $B = I(1 - S)$
    - $R = I[1 + S \cos(H) / \cos(60 - H)]$
    - $G = 3I - (R + B)$
  - Setor GB ( $120 \leq H < 240$ )
    - $H = H - 120$
    - $R = I(1 - S)$
    - $G = I[1 + S \cos(H) / \cos(60 - H)]$
    - $B = 3I - (R + G)$

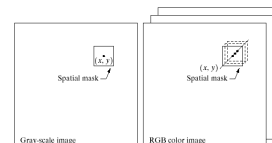
## Setor BR

- $H = H - 240$
- $G = I(1 - S)$
- $B = I[1 + S \cos(H) / \cos(60 - H)]$
- $R = 3I - (G + B)$
- Valores de HSI no intervalo  $[0, 1]$

## Processamento de imagens coloridas

- Suavização e realce de imagens
  - O processamento pode ser feito no espaço RGB, processando cada componente independentemente
  - No espaço HSI, podemos usar somente a componente de intensidade

FIGURE 6.29 Spatial masks for gray-scale and RGB color images.



## Exemplo RGB



**FIGURE 6.38**  
(a) RGB image.  
(b) Red component image.  
(c) Green component.  
(d) Blue component.

## HSI




**FIGURE 6.39** HSI components of the RGB color image in Fig. 6.38(a). (a) Hue. (b) Saturation. (c) Intensity.

## Suavização

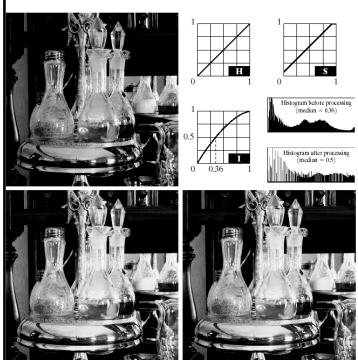


**FIGURE 6.40** Image smoothing with a  $5 \times 5$  averaging mask. (a) Result of processing each RGB component image. (b) Result of processing the intensity component of the HSI image and converting to RGB. (c) Difference between the two results.

## Realce



**FIGURE 6.41** Image sharpening with the Laplacian. (a) Result of processing each RGB channel. (b) Result of processing the intensity component and converting to RGB. (c) Difference between the two results.



**FIGURE 6.37**  
Histogram equalization (followed by saturation adjustment) in the HSI color space.

## Histograma

- a) original
- b) histogramas
- c) intensidade equalizada
- d) aumento de saturação