

# **PMR2560 – Visão Computacional**

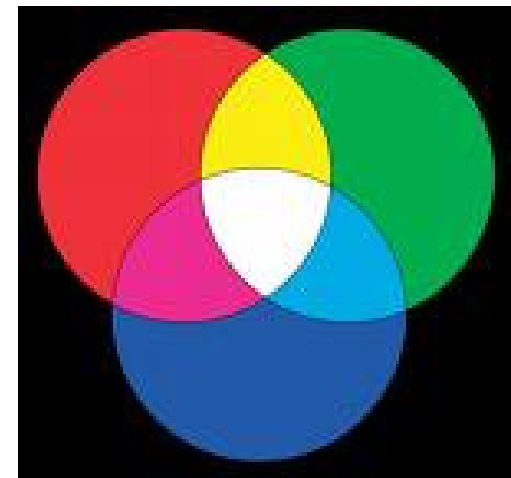
## **Espaços de cores**

Prof. Eduardo L. L. Cabral



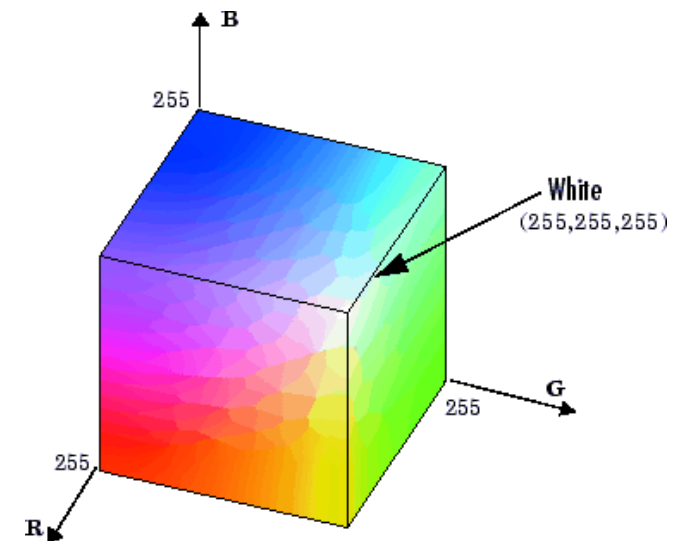
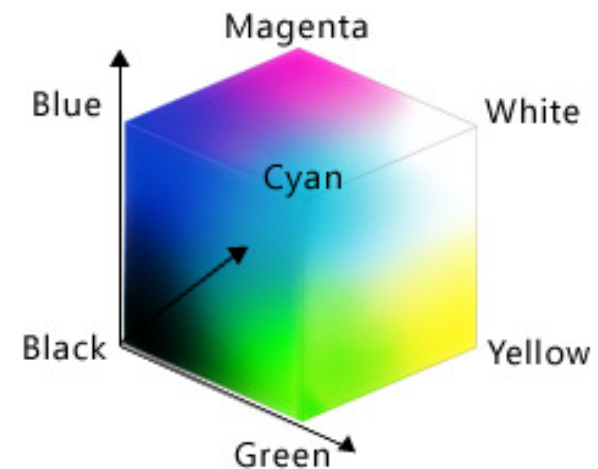
# Objetivos

- O que são cores digitais?
- O que são espaço de cores?
- Porque existem espaços de cores diferentes?
- Espaços de cores mais utilizados em CV:
  - RGB;
  - HSV;
  - Lab;
  - Muitos outros: YUV, XYZ, CMY, HIQ, ...
- Exemplos.

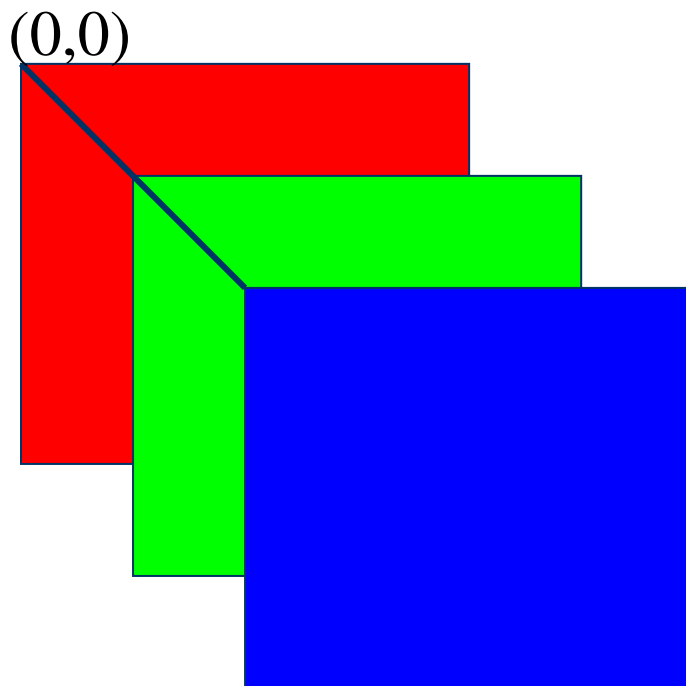


# Espaço RGB de cores

- Espaço de cores clássico usado nos computadores.
- Três cores diferentes: **Red**, **Green**, **Blue**.
- Similar ao sistema visual humano.
- Se as três cores R,G,B têm a mesma energia  $\Rightarrow$  percebe-se uma sombra branca, ou cinza ou preta.



# Espaço RGB de cores



- Um único pixel consiste de três componentes que variam entre  $[0,255]$ .
- Cada pixel é um vetor.

128	251	60
-----	-----	----

 =

Vetor-pixel na  
memória do  
computador

Pixel na  
imagem

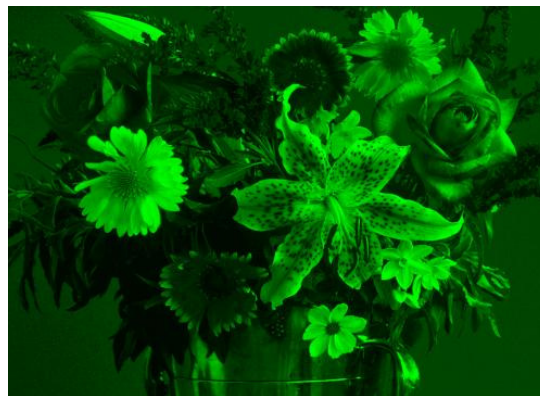
# Espaço RGB de cores



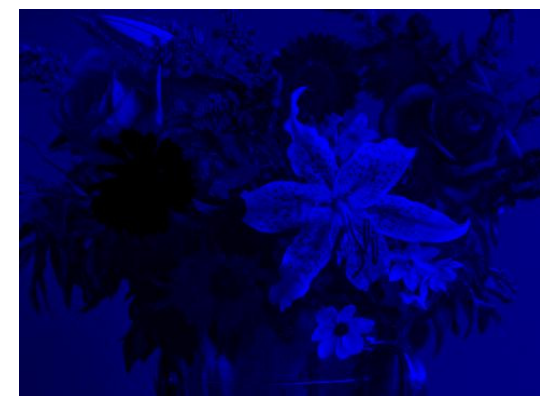
Imagem original



Componente-R

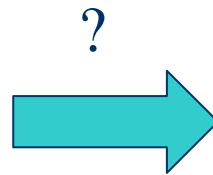


Componente-G



Componente-B

# Converter cor RGB para tons de cinza



- $I = (R+G+B)/3$

$$\left( \begin{array}{c} \text{Red Channel Image} \\ \text{Green Channel Image} \\ \text{Blue Channel Image} \end{array} \right) / 3$$

The diagram illustrates the process of converting an RGB image to grayscale. It shows three individual color channels (Red, Green, and Blue) of the bouquet of flowers, each represented by a small square image. These three channels are summed together, as indicated by the plus signs, and then the result is divided by three, as indicated by the large closing parenthesis and the number 3.

# RGB normalizado

- Espaço RGB  $\Rightarrow$  mesma cor mas diferentes intensidades:
  - Exemplo:  $[1\ 2\ 3] = [2\ 4\ 6] = [4\ 8\ 16] \dots$
  - Problema  $\Rightarrow$  se a intensidade luminosa varia, não é possível distinguir cores usando RGB.
- RGB normalizado:
  - Usado em visão computacional;
  - Desacopla cor e intensidade;
  - Possibilita distinguir objetos pelo cor, independente da luminosidade do ambiente.

$$r = \frac{R}{R+G+B}; \quad g = \frac{G}{R+G+B}; \quad b = \frac{B}{R+G+B}$$

$$r + g + b = 1$$

# Espaço HSI de cores

- HSI:
  - H = Hue; S = Saturação; I = Intensidade.
- H e S caracterizam a cor independente da intensidade.
- Desacopla totalmente cor e intensidade.
- Uma boa forma de separar cores.
- Muito usado em visão computacional.



# Espaço HSI de cores

- **Hue:**

- Associado com a cor predominante em uma mistura de cores da forma como é percebido por um observador humano.
- Hue é o atributo de cor que descreve uma cor pura.



- **Saturação**  $\Rightarrow$  pureza relativa, quantidade de branco misturado na cor.



- **Intensidade**  $\Rightarrow$  caracteriza a luminosidade.

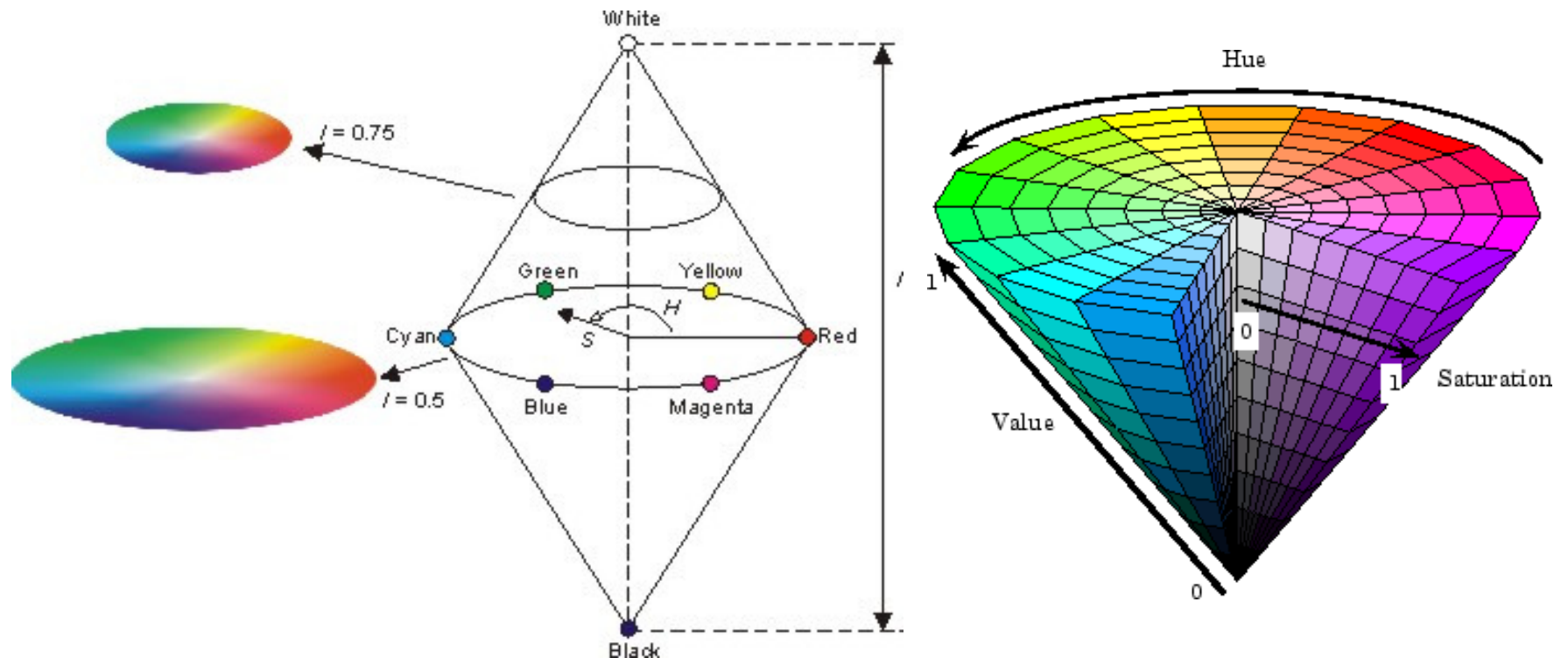


- **Exemplo:**

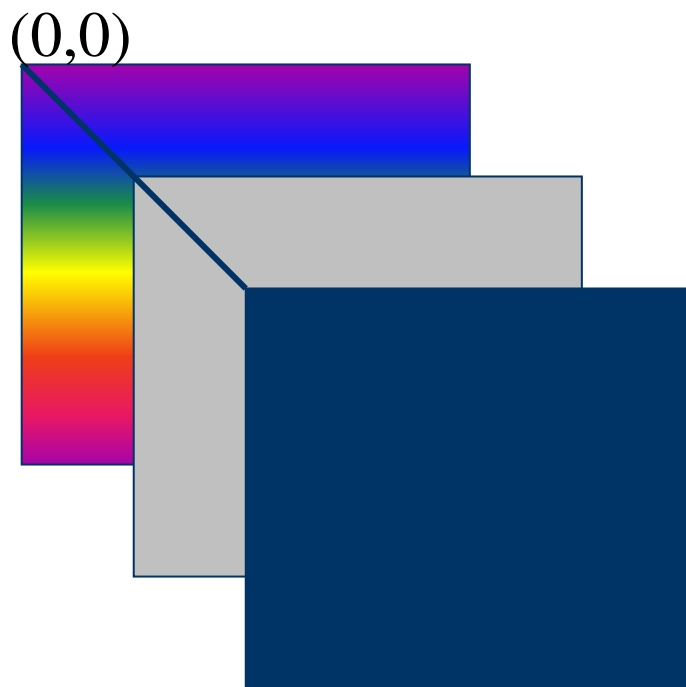
- Cores puras são totalmente saturadas;
- Cores não saturadas são por exemplo rosa (mistura de vermelho e branco).

# Espaço HSI de cores

- A forma de representação de cores mais intuitiva.
- Usada em computação gráfica e visão computacional.



# Espaço HSI de cores



- Um pixel consiste de três componentes.
- Cada pixel é um vetor.

128	251	60
-----	-----	----

 =

Vetor-pixel na  
memória do  
computador.

Pixel na  
imagem

# Espaço HSI de cores



Imagem original



Hue



Saturação



Intensidade

# Transformação RGB para HSI

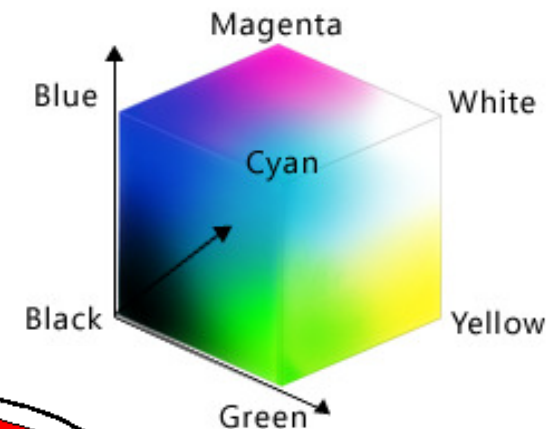
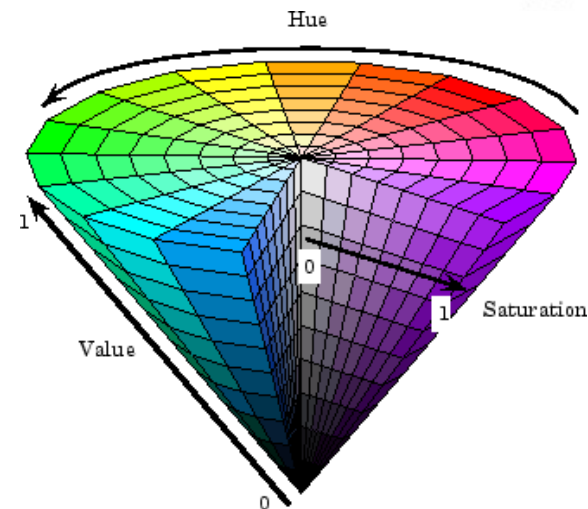
- O espaço de cores HSI não é equivalente ao RGB.
- Para obter o HSI equivalente ao RGB faz-se:

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{[(R-G) + (R-B)]/2}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\}$$

$$H = \begin{cases} \theta & B \leq G \\ 360 - \theta & B > G \end{cases}$$

$$S = 1 - \frac{3 \cdot \min(R, G, B)}{R + G + B}$$

$$I = (R + G + B) / 3$$



# Transformação HSI para RGB

- Para obter o RGB equivalente ao HSI faz-se:

$$0 \leq H \leq 120^\circ$$

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I \left( 1 + \frac{S \cdot \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right)$$

$$G = 3I - (R + B)$$

$$120^\circ \leq H \leq 240^\circ$$

$$H = H - 120^\circ$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left( 1 + \frac{S \cdot \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right)$$

$$B = 3I - (R + G)$$

$$240^\circ \leq H \leq 360^\circ$$

$$H = H - 240^\circ$$

$$G = I(1 - S)$$

$$B = I \left( 1 + \frac{S \cdot \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right)$$

$$R = 3I - (G + B)$$

# Exemplo de transformação RGB/HSI

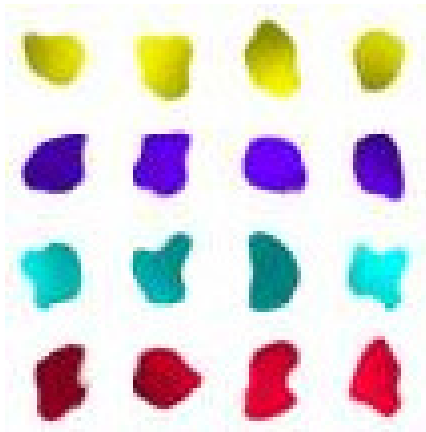


Imagem original

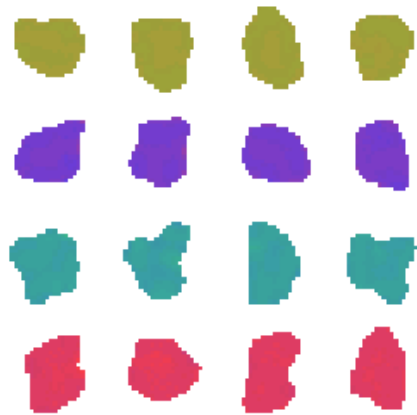


Imagem - Hue

- Código Hue das cores identificadas:
  - ✓  $59^\circ$  – ocre;
  - ✓  $268^\circ$  – azul;
  - ✓  $180^\circ$  – verde;
  - ✓  $350^\circ$  – vermelho;
  - ✓ Branco  $\Rightarrow [X, 0, 255]$ .

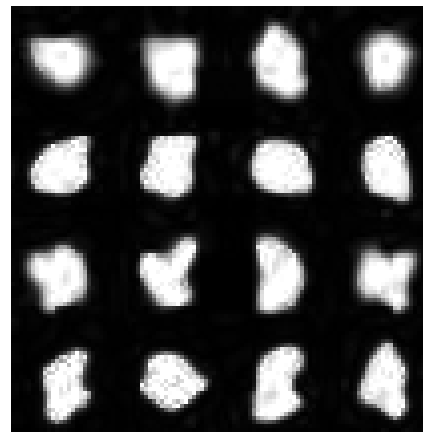


Imagem - Saturação

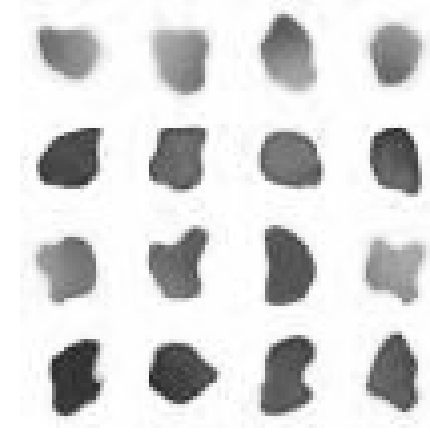
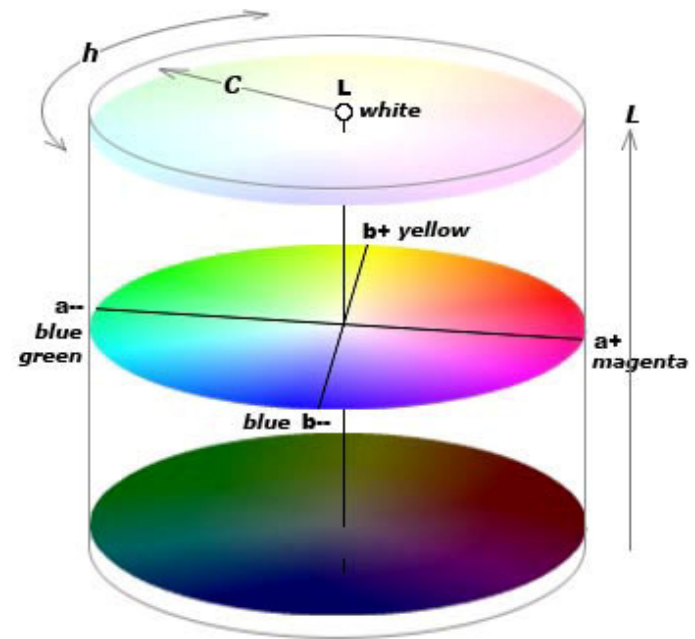


Imagem - Intensidade

# Espaço de cor Lab

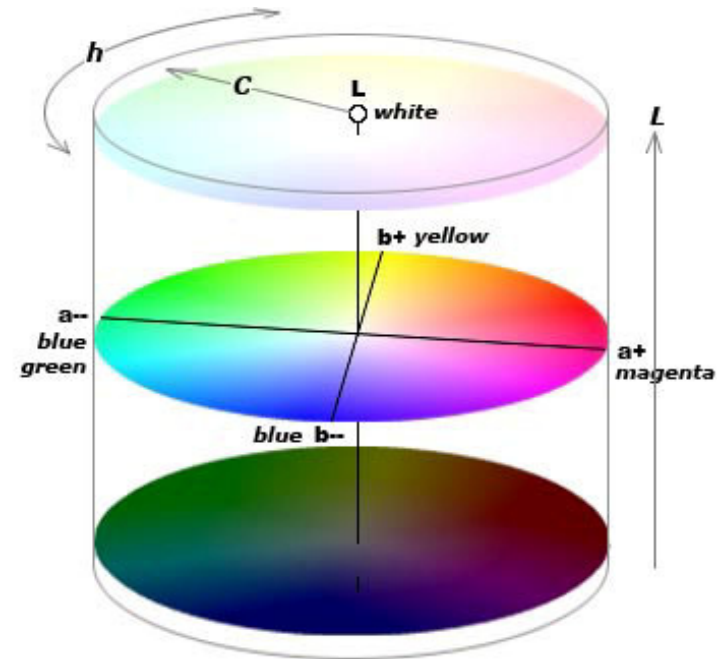
- Cores são bem definidas e sem nenhuma ambiguidade.
- Canais:
  - L (intensidade luminosa), a e b (representam cor);
  - Eixo a estende de verde (-a) para vermelho (+a);
  - Eixo b estende de azul (-b) para amarelo (+b);
  - Luminosidade (L) aumenta de baixo para cima.





# Espaço de cor Lab

- Distância entre cores é proporcional à distância de percepção humana.
- Cores escuras são agrupadas, cores claras são bem separadas.
- **Mais robusto a variações de iluminação.**



# Transformação RGB para Lab

- Para obter o Lab equivalente ao RGB deve-se fazer primeiramente a transformação para o espaço XYZ.
- De RGB para XYZ:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \frac{1}{0,17697} \begin{bmatrix} 0,49 & 0,31 & 0,2 \\ 0,17697 & 0,8124 & 0,01063 \\ 0 & 0,01 & 0,99 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- De XYZ para Lab

$$\begin{cases} L = 116f(Y/Y_n) \\ a = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \\ b = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \end{cases} \quad f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & \text{se } t > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \frac{1}{3}\left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \begin{cases} X_n = 95,047 \\ Y_n = 100 \\ Z_n = 108,883 \end{cases}$$

# Sumário

---

- Representação de cores em visão computacional  $\Rightarrow$  espaço de cores RGB, HSI e Lab.
- Separação e identificação por cores  $\Rightarrow$  RGB normalizado, ou HSI (melhor), ou Lab (melhor).