

Processamento Digital de Imagens

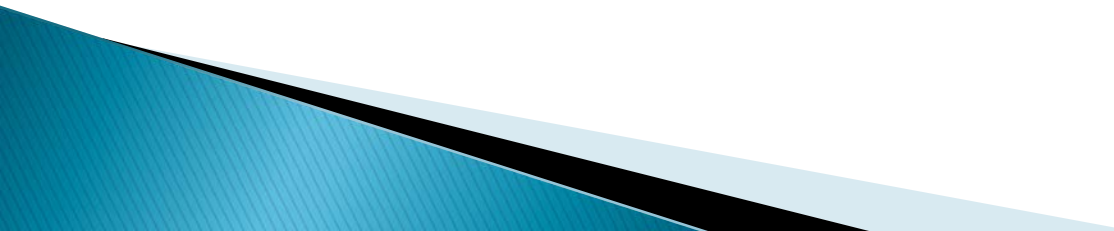
Processamento de Imagens Coloridas Parte 2

Prof: Emília Alves Nogueira
Ciência da Computação
Universidade Federal de Goiás
E-mail: emiliacdc@hotmail.com

Sumário

- ▶ Modelos de cor
 - RGB
 - CMYK
 - HSI

Modelos de cor

- O objetivo do modelo de cor é facilitar a especificação de cores em algum padrão.
 - A especificação é feita em um sistema de coordenadas no qual cada cor é representada por um único ponto.
 - Cada modelo de cor, tais como RGB, CMYK, HSI, representa um método diferente (normalmente numérico) para descrever a cor.
- 

Modelos de cor

Há duas maneiras de descrever uma cor

- ▶ Descrição orientada a hardware: monitor, impressora colorida
 - RGB (monitor)/ sRGB
 - CMYK (impressoras, copiadoras)
- ▶ Descrição orientada à percepção humana
 - HSI
 - Lab / CIE $L^*a^*b^*$

Modelo de cor RGB

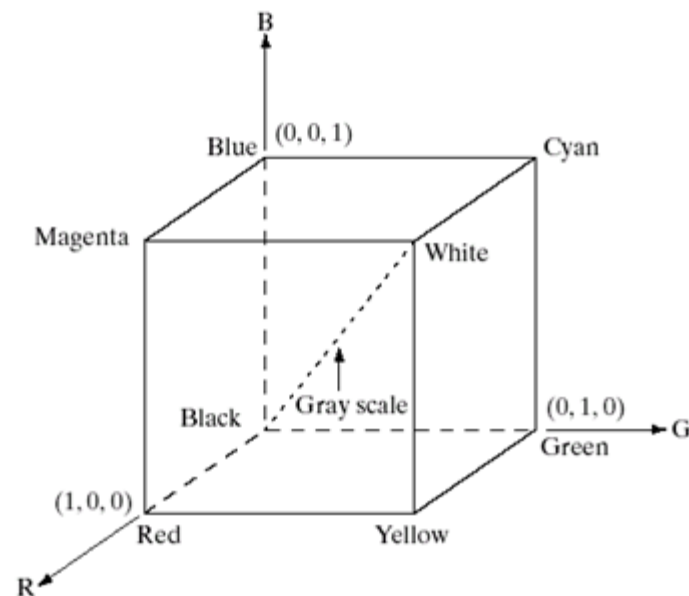
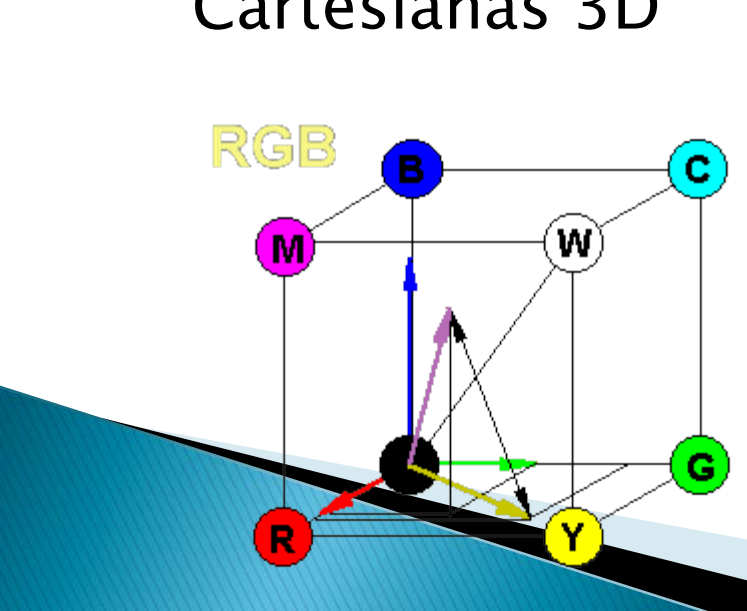
Modelos de cor

- ▶ O **MODELO RGB** é um modelo aditivo, que descreve as cores como uma combinação das três cores primárias: vermelho, verde e azul.



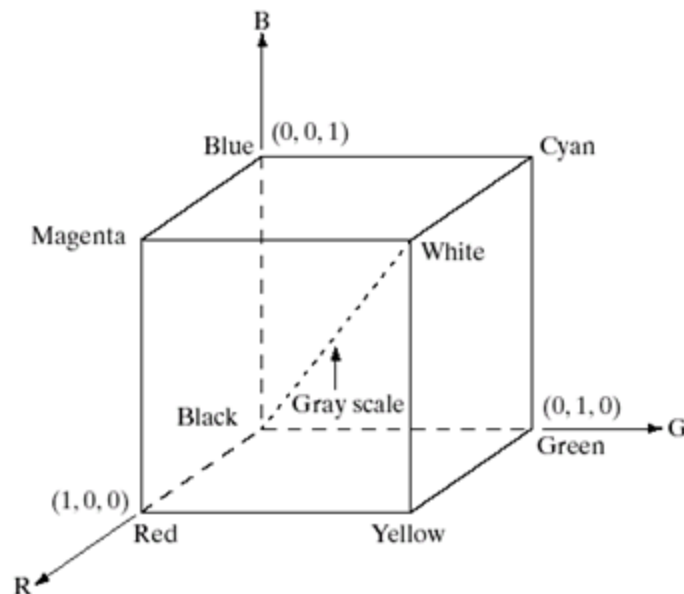
Modelo RGB

- ▶ Como o modelo RGB é aditivo, a cor branca corresponde à representação simultânea das três cores primárias (1,1,1) enquanto que a cor preta corresponde à ausência das mesmas (0.0.0);
- ▶ Este modelo é baseado no sistema de coordenadas Cartesianas 3D



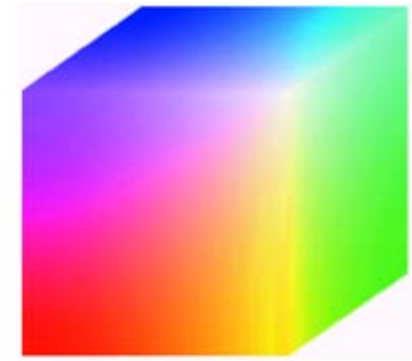
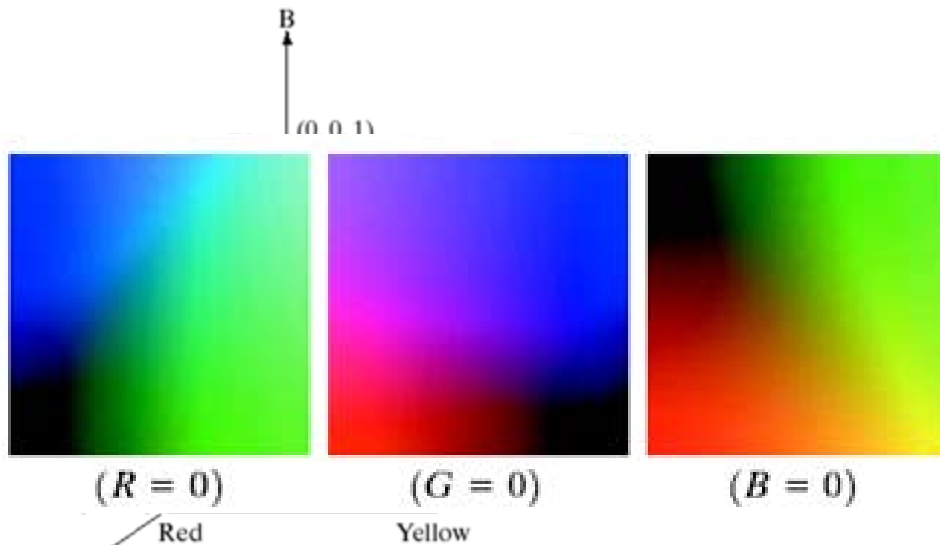
Modelo RGB

- ▶ No modelo RGB os níveis de cinza se estendem do preto para o branco na linha pontilhada que liga estes dois pontos.



Modelo RGB

- ▶ As cores são pontos dentro do cubo definidos por vetores que partem da origem.
- ▶ O cubo é normalizado tal que os valores R,G e B variam no intervalo entre $[0,1]$.



Os três planos de cor escondidos no cubo de cor

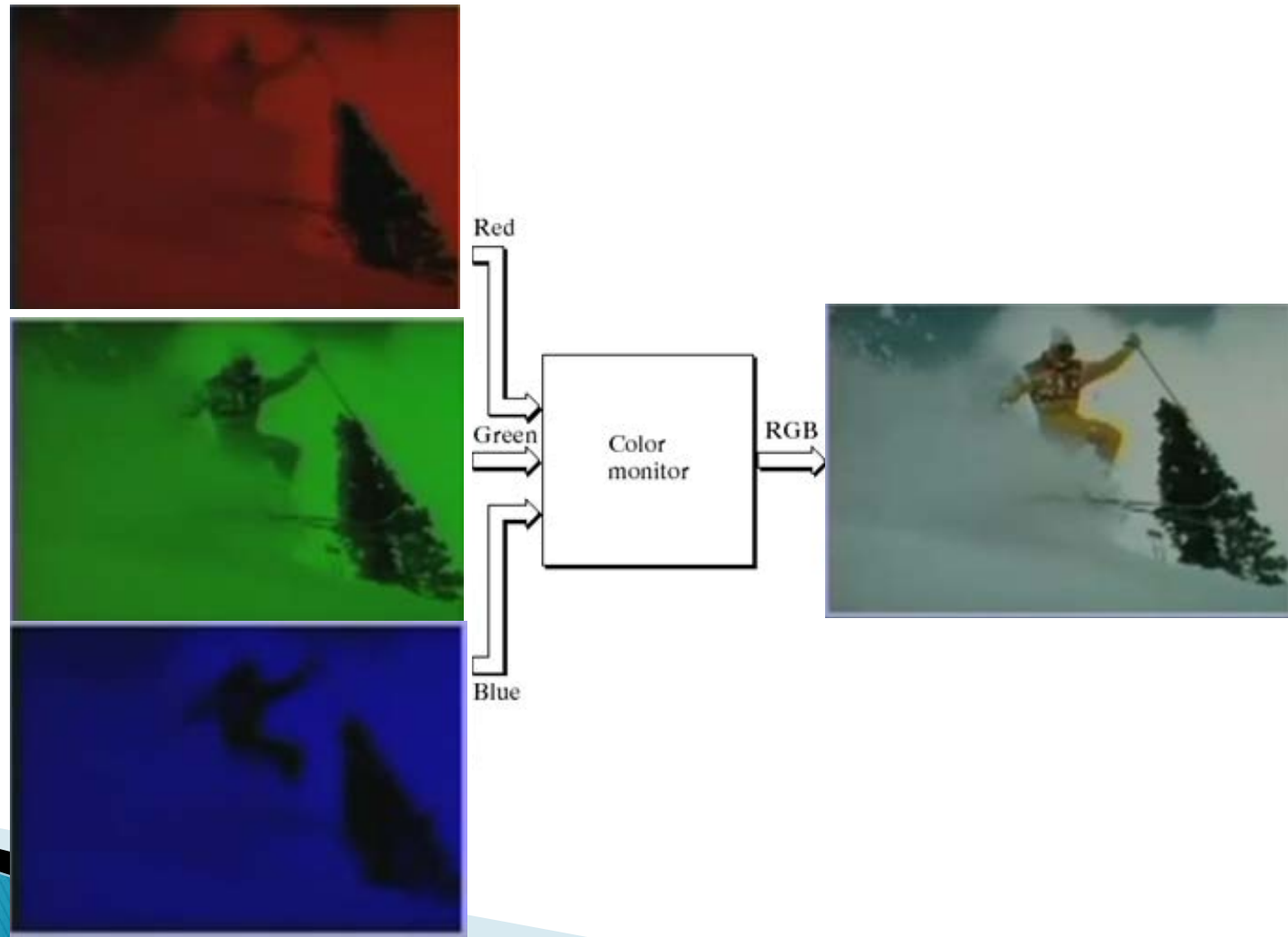
Modelo RGB

- ▶ Imagens no modelo RGB são constituídas de 3 planos diferentes: um para cada cor primária.



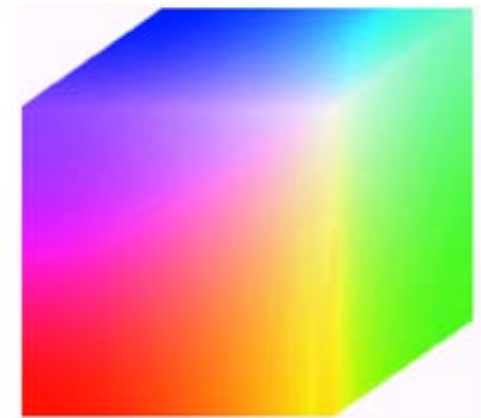
Modelo RGB

- ▶ Em monitores RGB este três planos são combinados na tela de fósforo para produzir a imagem colorida.



Modelo RGB

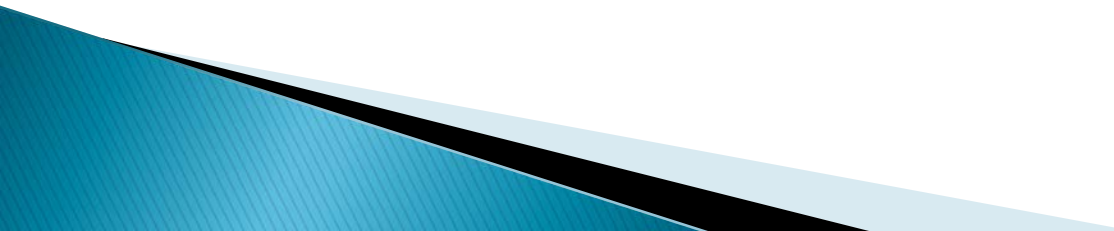
- ▶ Profundidade do pixel – numero de bits usados para representar cada pixel no espaço RGB;
- ▶ **Full-color**: termo utilizado para denotar uma imagem colorida representada por 24 bits
- ▶ Numero de cores numa imagem colorida de 24 bits = $2^{24} = 16.777.216$



24 bits RGB color cube

Modelo RGB

Problema:

- ▶ Monitores são capazes de representar 16 milhões de cores, **no entanto**:
 - ▶ Vários sistemas em uso hoje são limitados a 256 cores;
 - ▶ Em muitas aplicações o uso de muita cor não faz sentido. Ex: imagens da Web
- 

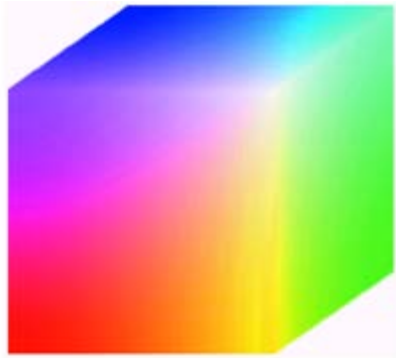
Modelo RGB

Solução

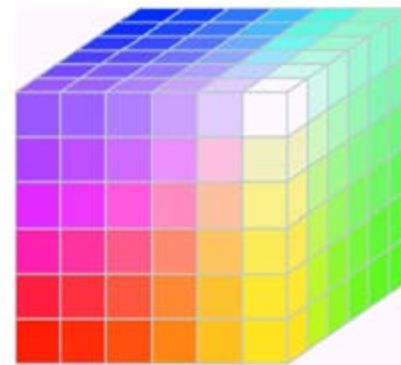
- ▶ RGB safe color –
 - é um subconjunto de cores que pode ser reproduzida com fidelidade;
 - Razoavelmente independente das capacidades do hardware;
 - Em aplicações Web, este sistema é chamado safe Web colors

Modelo RGB: safe RGB colors

- ▶ Composto por 216 cores padrão:



RGB 24-bits color cube



RGB safe color cube

Modelo RGB: safe RGB colors

- ▶ Cada uma das 216 cores é formada a partir da combinação das três componentes RGB;
- ▶ Cada componente de cor pode assumir um conjunto restrito de valores:

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

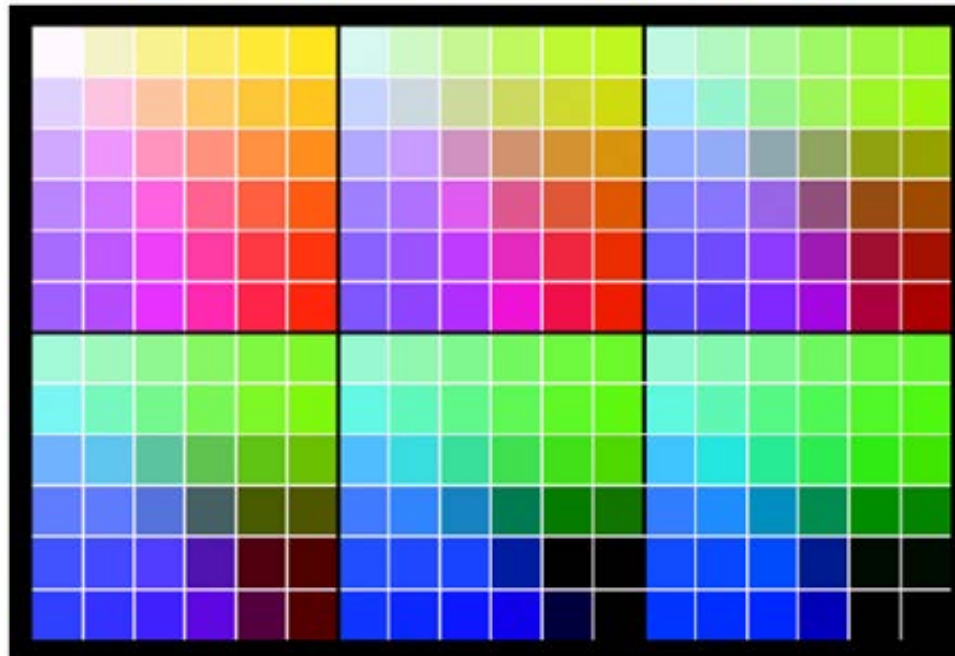
TABLE 6.1
Valid values of
each RGB
component in a
safe color.

Modelo RGB: safe RGB colors

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

TABLE 6.1

Valid values of each RGB component in a safe color.




Note que não é possível representar todos os níveis de cinza neste modelo

Os níveis de cinza representados no modelo estão sublinhados



Concluindo: Modelo RGB

- ▶ As coordenadas de cor RGB são matematicamente conveniente, porque produzem um espaço de cor que é um cubo com eixos ortogonais;
 - ▶ Não são a única maneira de representar a cor
 - ▶ Para propósitos de processamento de imagens esta representação pode não ser a mais apropriada.
- 

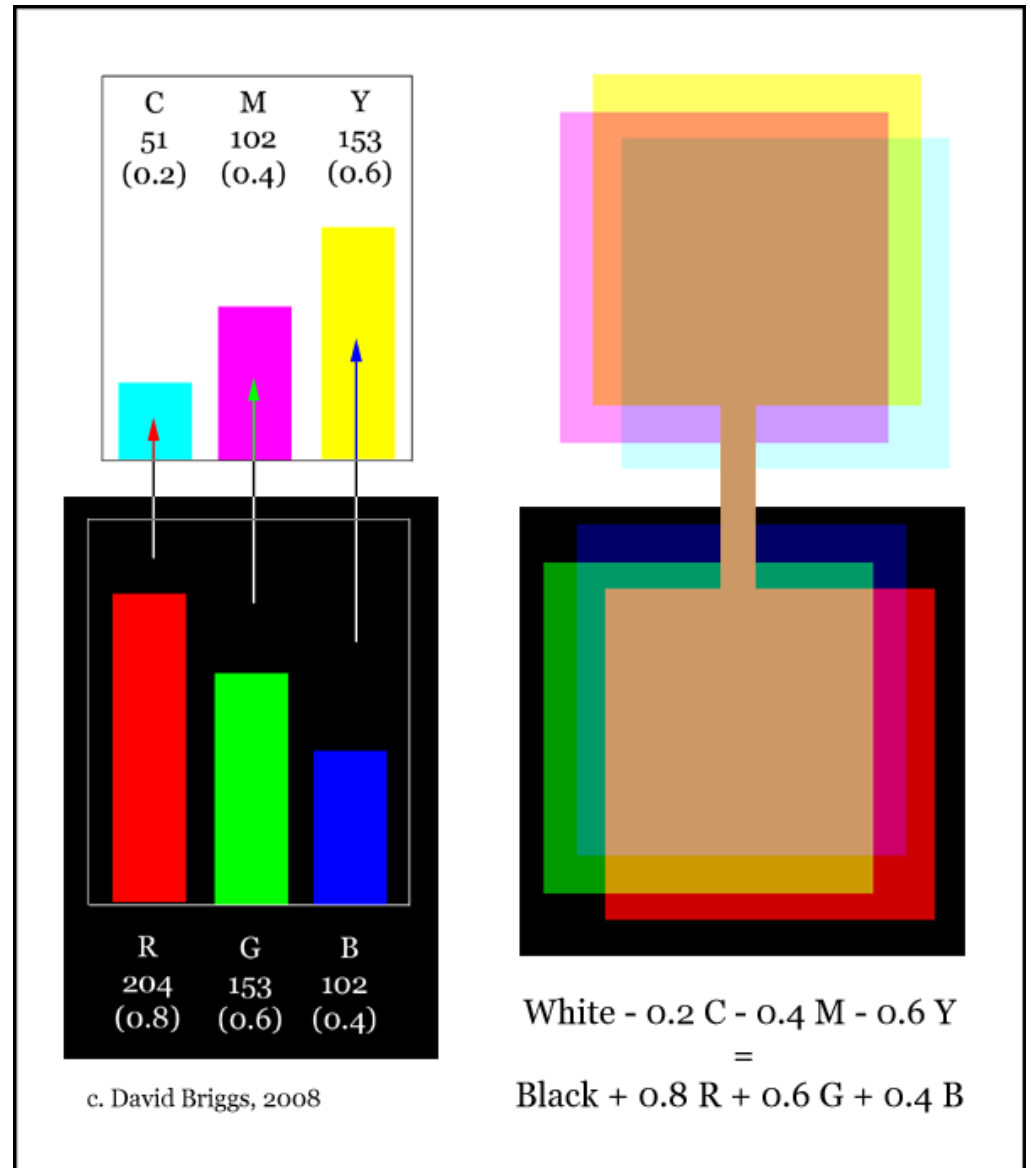
Modelos CMY/CMYK

Modelo CMY e CMYK

- ▶ A maioria dos equipamentos que depositam pigmento sobre papel usam o modelo CMY ou executam uma conversão de RGB para CMY internamente.

RGB -> CMY

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Exemplos do uso de CMY



Modelo CMY



RGB → CMY

→ RGB → CMY

```
//RGB values from 0 to 255  
//CMY results from 0 to 1  
  
C = 1 - ( R / 255 )  
M = 1 - ( G / 255 )  
Y = 1 - ( B / 255 )
```

[↑ Top](#)

CMY → RGB

→ CMY → RGB

```
//CMY values from 0 to 1  
//RGB results from 0 to 255  
  
R = ( 1 - C ) * 255  
G = ( 1 - M ) * 255  
B = ( 1 - Y ) * 255
```

[↑ Top](#)

Modelo CMY e CMYK

- ▶ Soma igual de magenta, amarelo e ciano produzem a cor preta;
- ▶ Na prática a combinação das cores produz um preto molhado;
- ▶ A tinta preta é somada ao modelo CMY para produzir o preto verdadeiro → modelo CMYK

Modelo CMY -> CMYK

Black (K) = minimum of C,M,Y

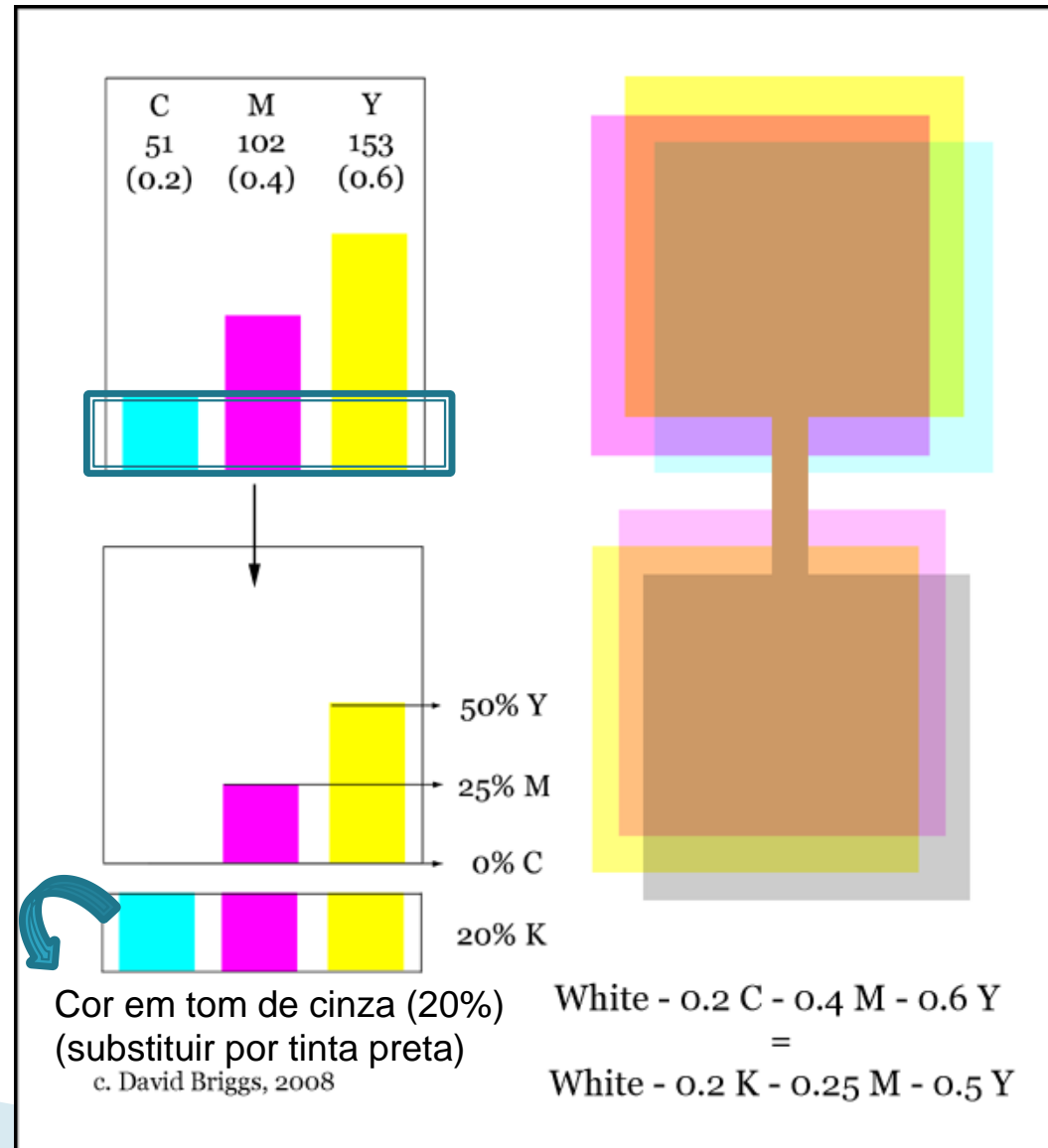
$$\text{Cyan}_{\text{CMYK}} = (C - K)/(1 - K)$$

$$\text{Magenta}_{\text{CMYK}} = (M - K)/(1 - K)$$

$$\text{Yellow}_{\text{CMYK}} = (Y - K)/(1 - K)$$

No CMYK ideal, um dos valores C, M ou Y é sempre zero

A normalização é feita para determinar qual a proporção relativa de C, M e Y para as cores restantes





Usando preto no máximo para economizar tinta

CMY → CMYK

→ CMY → CMYK

```
//CMYK and CMY values from 0 to 1

var_K = 1

if ( C < var_K )   var_K = C
if ( M < var_K )   var_K = M
if ( Y < var_K )   var_K = Y
if ( var_K == 1 ) { //Black
    C = 0
    M = 0
    Y = 0
}
else {
    C = ( C - var_K ) / ( 1 - var_K )
    M = ( M - var_K ) / ( 1 - var_K )
    Y = ( Y - var_K ) / ( 1 - var_K )
}
K = var_K
```

↑ [Top](#)

CMYK \rightarrow CMY

\rightarrow CMYK \rightarrow CMY

```
//CMYK and CMY values from 0 to 1
```

```
C = ( C * ( 1 - K ) + K )
```

```
M = ( M * ( 1 - K ) + K )
```

```
Y = ( Y * ( 1 - K ) + K )
```

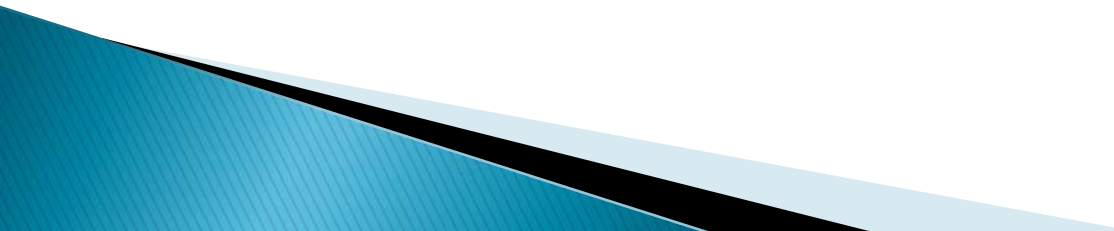
[↑ Top](#)

Modelos de cor baseados na percepção humana



Modelo HSI

Modelo de cores

- ▶ Os sistemas CMY e RGB são teoricamente adequados para implementação em hardware
 - ▶ O sistema RGB se adapta muito bem ao fato de o olho humano ser bastante perceptivo às cores primárias vermelho, verde e azul
 - ▶ Entretanto, os modelos RGB e CMY não são adequados para *descrever* cores em termos práticos para a interpretação humana
- 

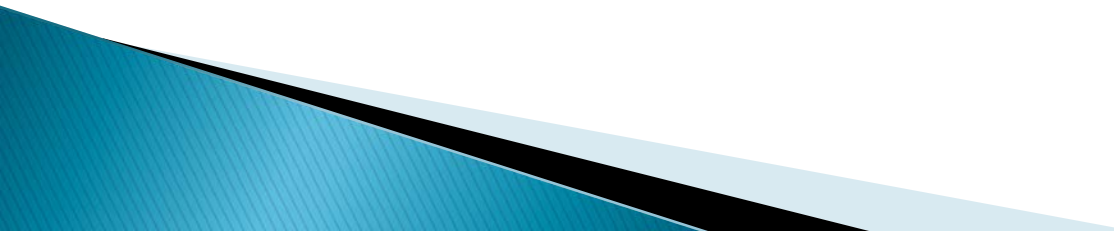
Modelo HSI

- ▶ Nós humanos não percebemos a cor como uma combinação de cores primárias;
 - Não dizemos: a cor do meu carro é $R=200$; $G=200$; $B = 200$
- ▶ Os humanos descrevem a cor em termos de:
 - **matiz**
 - descreve a cor pura (ex. amarelo, laranja, vermelho puros)
 - **saturação**
 - dá uma medida de quanto a cor pura é diluída com luz branca
 - **brilho**
 - descriptor subjetivo praticamente impossível de medir. incorpora a noção acromática de intensidade (I)

Modelo HSI

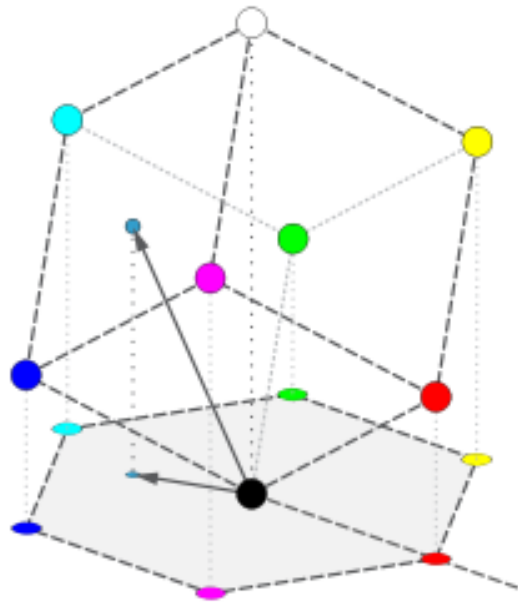
- ▶ Matiz (hue – H)
 - ▶ Saturação (saturation – S)
- } cromaticidade
- ▶ Brilho → incorpora a noção acromática de intensidade (I) que é mensurável e facilmente interpretável

Modelo HSI

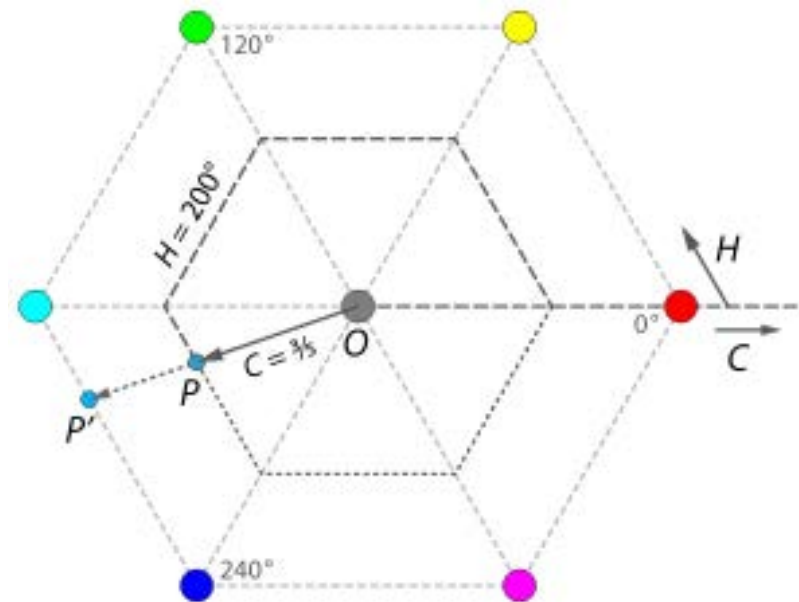
- ▶ Intuitivo para os seres humanos
 - ▶ Útil para o desenvolvimento de algoritmos para processar imagens coloridas
 - ▶ Útil para descrição de cores
- 

Modelo HSI

Colocar o cubo RGB em pé sobre o vértice preto (0,0,0) e branco (1,1,1)

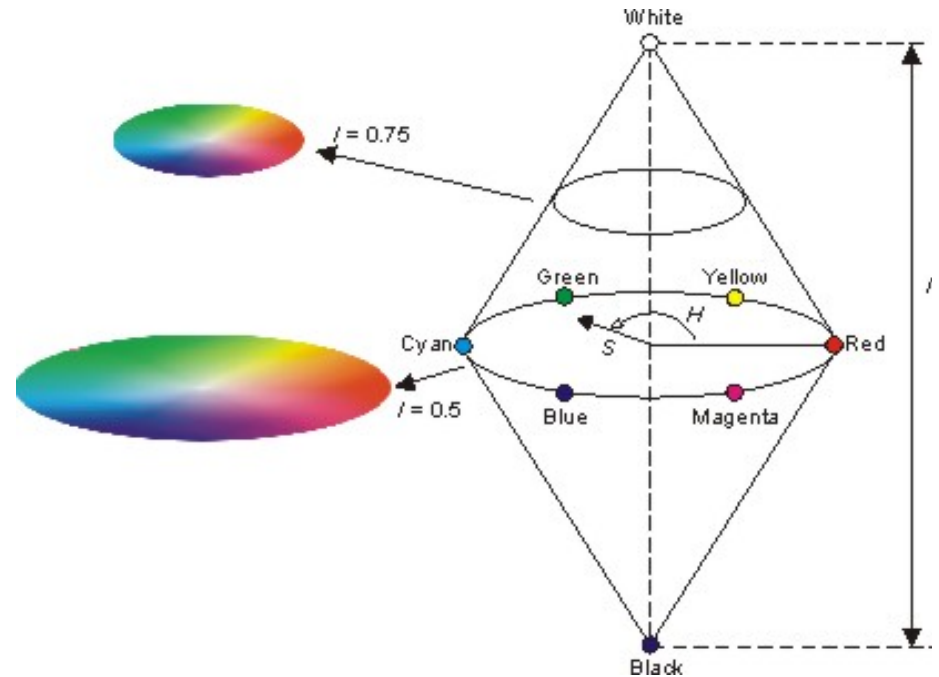
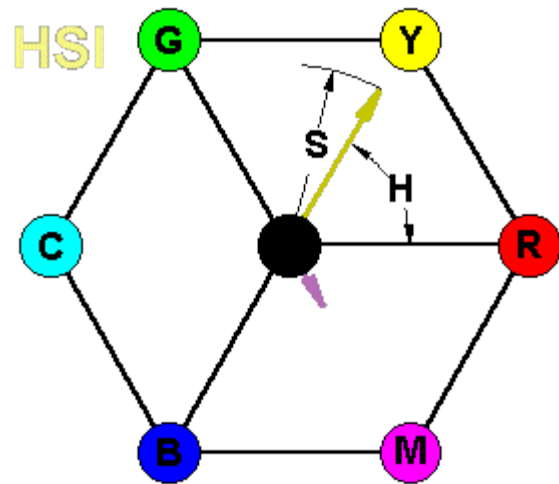


$R = \frac{1}{5}$
 $G = \frac{3}{5}$
 $B = \frac{4}{5}$



http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV#Hue_and_chroma

Modelo HSI



<http://www.way2c.com/w2faq.php>

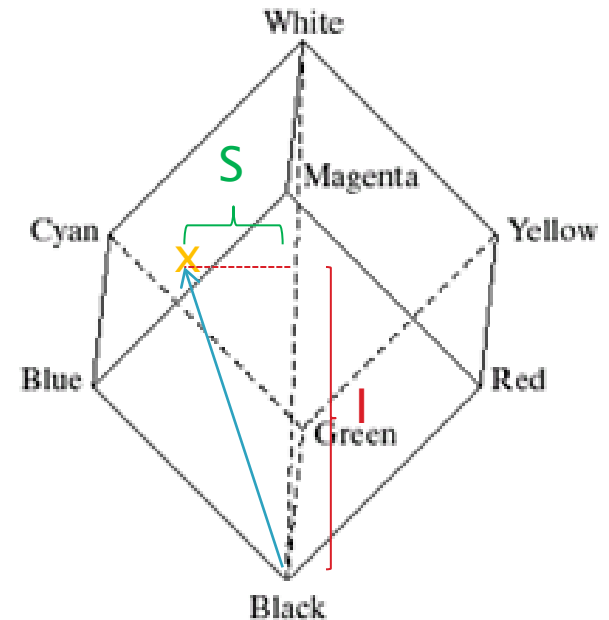
Modelo HSI

COMO TRANSFORMAR UMA COR
REPRESENTADA NO MODELO RGB PARA O
MODELO HSI????

Modelo HSI

- ▶ Considere a cor **x**
- ▶ **I** – como obtemos a intensidade ???
- ▶ **S** – como obtemos a saturação???
 $s = 0$ no eixo de intensidades

 s aumenta à medida que o ponto de cor se afasta do eixo de intensidades



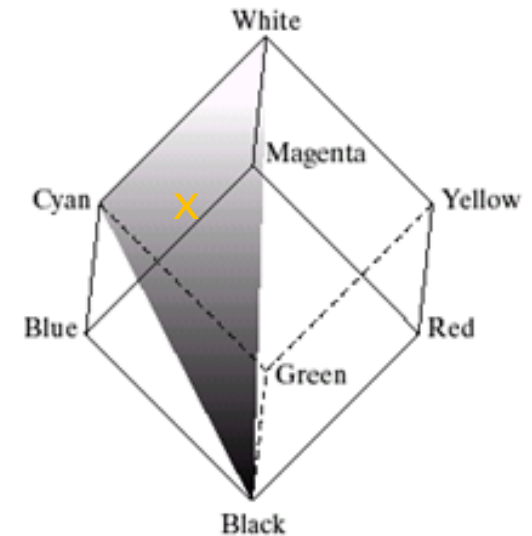
Modelo HSI

H- como obtemos a matiz???

A matiz determina o comprimento de onda predominante de uma particular cor

Considere este triângulo

Qualquer ponto no triângulo é uma combinação linear de Cyan, Black e White



Modelo HSI

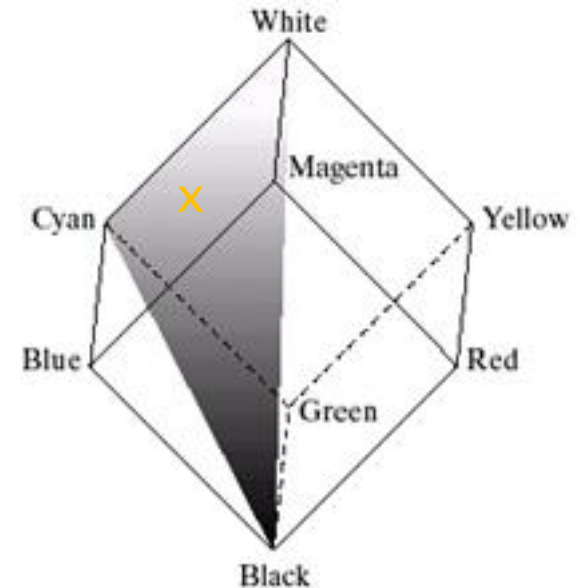
- ▶ Quais informações contribuem para obter H da cor **x**?

White ???

É uma cor balanceada e contém todas as cores primárias em iguais proporções

Black???

não contém qualquer componente de cor



Cyan???

é a única informação que contribui para a componente H

Modelo HSI

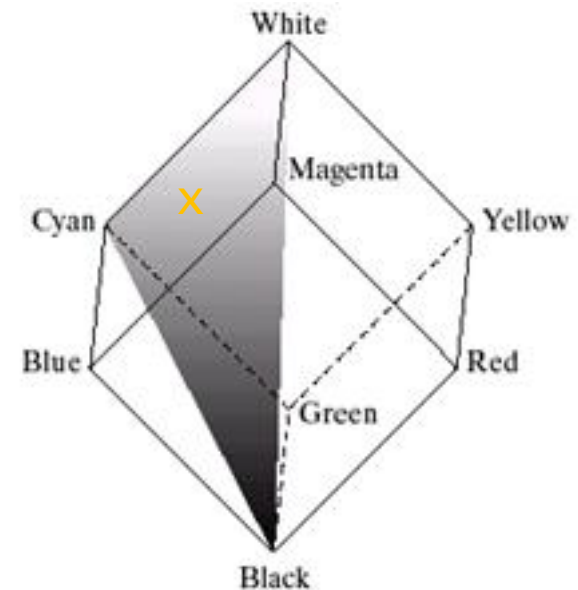
- ▶ Quais informações contribuem para obter H da cor **x**?

White ???

É um branco balanceado e contém
todas as cores primárias em
iguais proporções

Black???

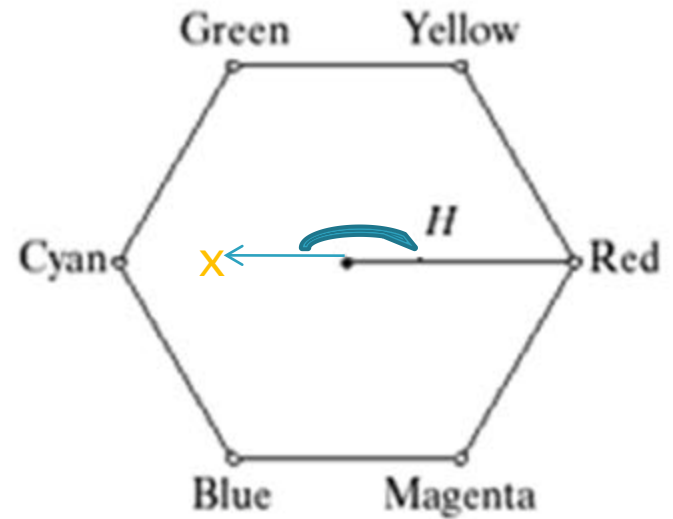
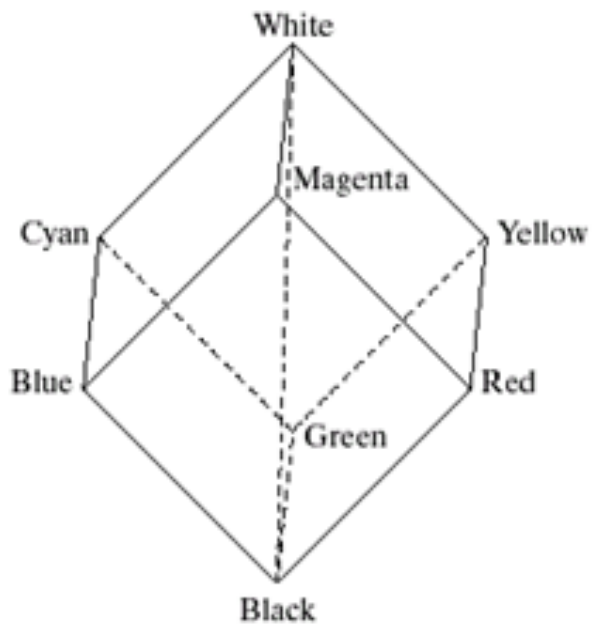
não contém qualquer
componente de cor



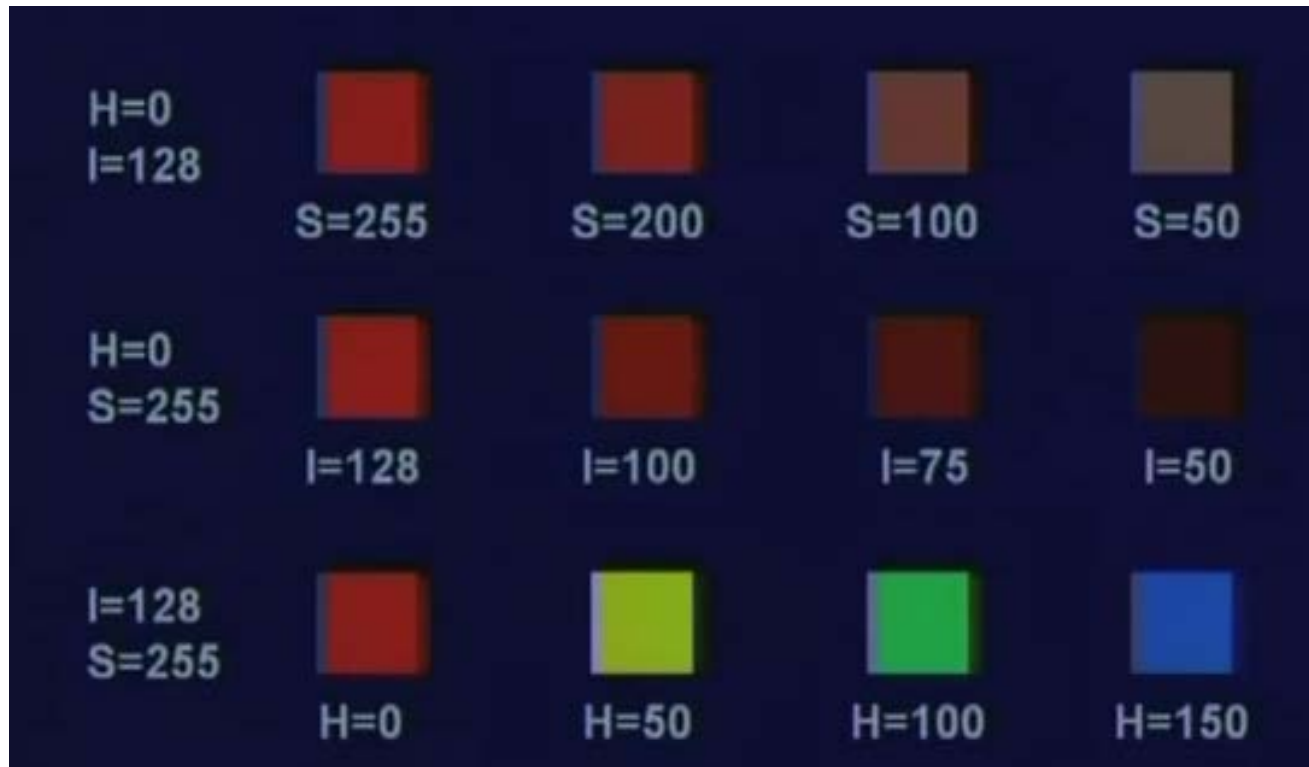
Cyan???

é a única informação que
contribui para a componente H

Modelo HSI



Modelo HSI



Conversão de RGB para HSI

Dada uma imagem em RGB com valores normalizados em $[0,1]$, temos

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

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

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

$$I = \frac{(R+G+B)}{3}$$

Para normalizar H basta dividir o resultado por 360° . Se $S = 0$ então H não está definido (não há matiz no eixo de intensidade)

Problemas para representar o branco e o preto

Conversão HSI para RGB

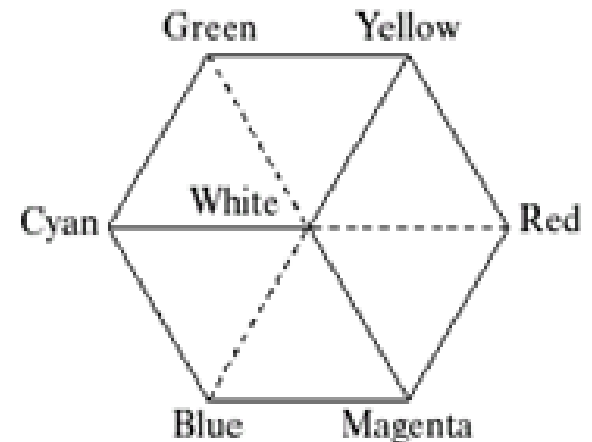
Os valores para componente de HSI deve estar no intervalo $[0,1]$.

Multiplica H por 360° . A conversão leva em conta três setores de interesse:

Setor RG ($0^\circ \leq H < 120^\circ$):

Setor GB ($120^\circ \leq H < 240^\circ$): $H = H - 120^\circ$

Setor BR ($240^\circ \leq H < 360^\circ$): $H = H - 240^\circ$



- ▶ Setor RG ($0^\circ \leq H < 120^\circ$):

$$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60 - H)} \right]$$

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

$$G = 1 - (R + B)$$

Setor GB ($120^\circ \leq H < 240^\circ$):

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

$$G = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60 - H)} \right]$$

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

$$B = 1 - (R + G)$$

- ▶ Setor BR ($240^\circ \leq H < 360^\circ$):

$$H = H - 140^\circ$$

$$B = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60 - H)} \right]$$

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

$$R = 1 - (G + B)$$