

# Curso: Mestrado em Ciência da Computação

## Disciplina: Processamento de Imagens

### Conteúdo dos Slides:

Processamento de imagens coloridas

**Profa. Regina Célia Coelho**  
**[rccoelho@unifesp.br](mailto:rccoelho@unifesp.br)**

# *Conceitos Básicos*

# Motivação

Poderoso descritor de características que simplifica a identificação e extração de objetos da cena.

Humanos podem distinguir **milhares** de tonalidades e intensidades de cores, comparando-se a apenas algumas dezenas de tons de cinza.

# *Conceitos Básicos Sobre Cores*

Muitas aplicações de processamento de imagens coloridas são extensões simples das imagens em tons de cinza.

Outras aplicações necessitam de reformulação para um tratamento especial.

# ***Modelos de cores em Imagens***

# Cores

- ◆ As cores que percebemos em um objeto são determinadas pela natureza da luz refletida do objeto.
- ◆ A caracterização da luz é essencial para a ciência das cores.
- ◆ Luz acromática (sem cor): seu único atributo será sua *intensidade* (ou quantidade). Daí vem o termo *nível de cinza*.

# Cores (*cont.*)

A cor é o resultado da percepção da luz que incide na retina.

Devido à estrutura do olho humano, todas as cores são vistas como combinações variáveis de 3 cores básicas (chamadas *cores primárias*):

Vermelho (R) – 65%

Verde (V) – 33%

Azul (A) – 2%

## Cores (cont.)

O olho humano possui 3 tipos de cones (detectores) independentes, com respostas máximas próximas de R, G e B.

Quando os 3 detectores são excitados com diferentes intensidades, ocorre a visão colorida.

Este processo é denominado aditivo porque decorre da adição das excitações dos 3 tipos de cones.

Uma pessoa daltônica carece de um ou dois tipos de cones. Por isso não é capaz de reconhecer todas as cores.

# Cores (*cont.*)

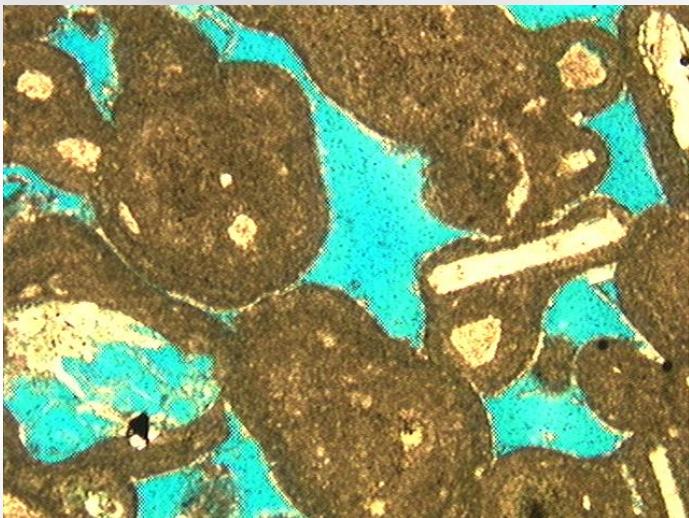
◆ As regras básicas de adição de cores são:

- Seja a cor  $C = xR + yG + zB$ ,
- $x = y = z \Rightarrow$  tons de cinza de preto (0) a branco (1);
- $x = y, z = 0 \Rightarrow$  Amarelo;  $y = z, x = 0 \Rightarrow$  Ciano,  $x = z, y = 0 \Rightarrow$  Magenta.

# Cores (cont.)

Cor:

poder de descrição;  
auxílio na identificação e  
extração de objetos de uma  
imagem.

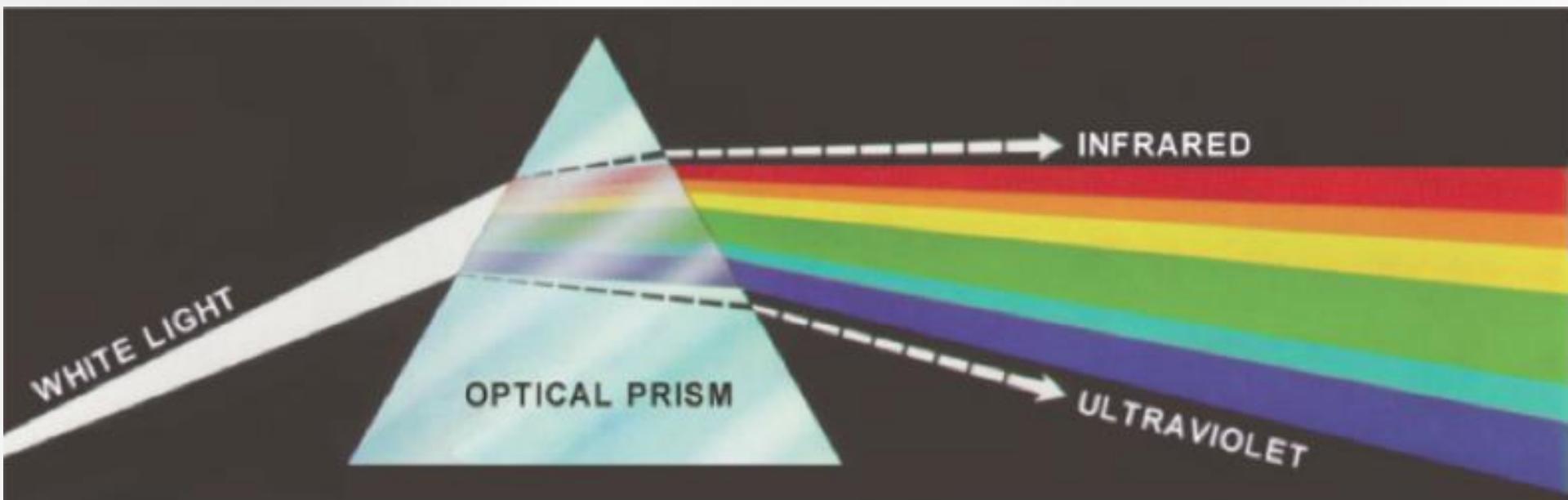


Em determinadas imagens, regiões fisicamente distintas podem ter níveis de cinza próximos, dificultando a binarização.

## Cores (cont.)

Em 1666, Newton descobriu que um feixe de luz solar é decomposto ao passar no prisma.

As cores que percebemos são determinadas pela natureza da luz refletida.



## Cores (cont.)

A luz colorida (cromática) é descrita em termos de radiância, luminância e brilho.

Radiância é o total de energia emitida por uma fonte de luz, usualmente medida em watts.

Luminância é uma medida da quantidade de luz percebida por um observador a partir de uma fonte e é medida em lumens.

Brilho é um descritor subjetivo que dá a noção de intensidade independente da cor. Não possui uma medida exata.

# Cores (cont.)

Formação das cores:

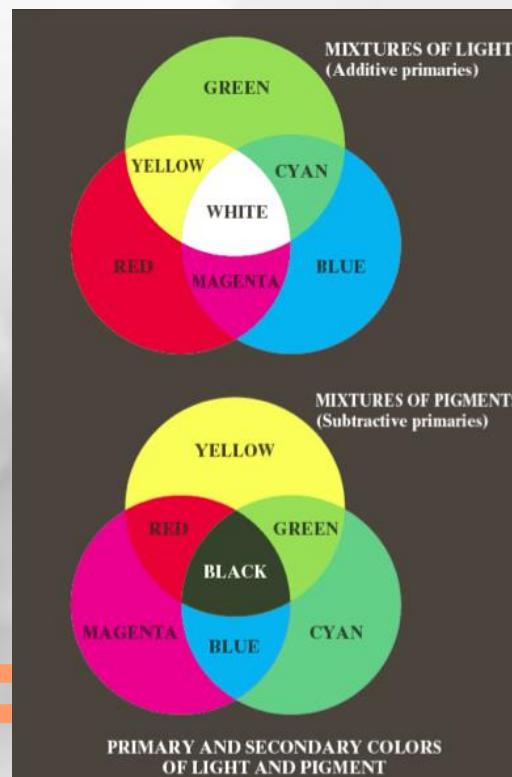
**Processo aditivo:** as cores primárias podem ser somadas para produzir as cores secundárias de luz. Misturando as três cores primárias ou as três secundárias temos o branco.

**Processo subtrativo ou pigmentação:** neste processo partículas chamadas pigmentos absorvem ou subtraem uma cor primária da luz e reflete ou transmite as outras duas.

# Cores (cont.)

**Aditivo:** Ex. Magenta (azul + vermelho), ciano (verde + azul) e amarelo (vermelho + verde).

**Subtrativo:** Ex. Magenta – absorveu verde e refletiu azul e vermelho. As cores primárias de pigmentos são magenta, ciano e amarelo.

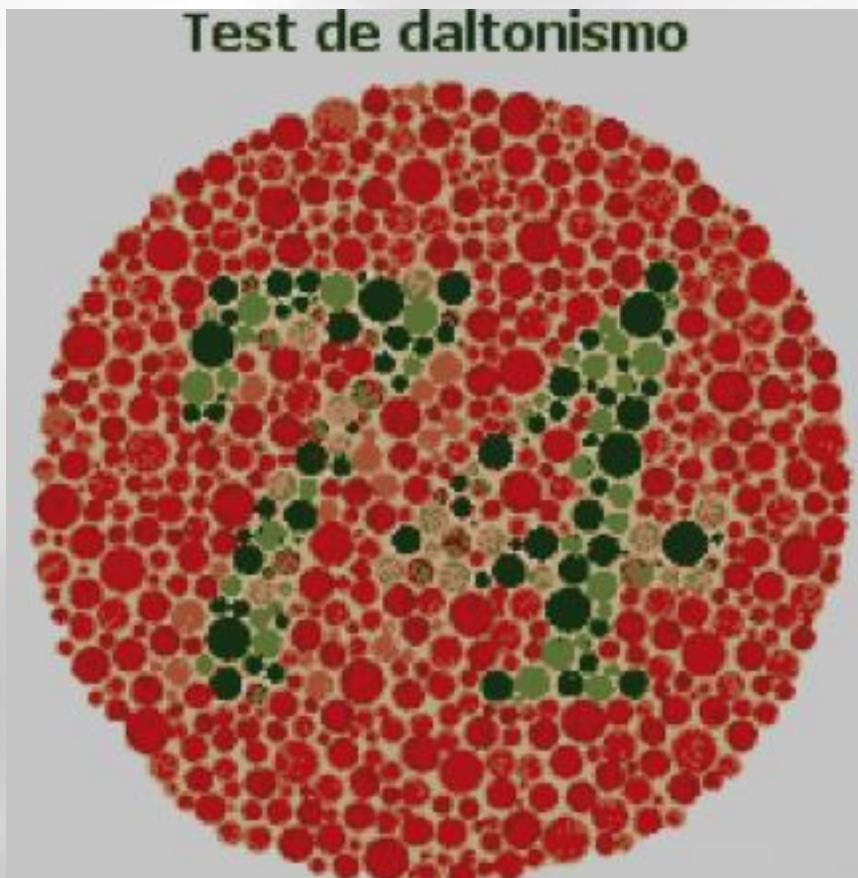


# Cores no olho humano

- A retina possui 3 tipos de células fotorreceptoras de cor, o que faz com que 3 componentes numéricos sejam necessários para descrever uma cor: intensidade, matiz e saturação.
- A intensidade é responsável pela sensação de brilho, o matiz pela sensação de cor (comprimento de onda) e a saturação pelo grau de pureza da cor.
- O olho humano percebe cerca de 30 níveis de cinza e 7 milhões de cores.

# Cores no olho humano

Qual número você vê?

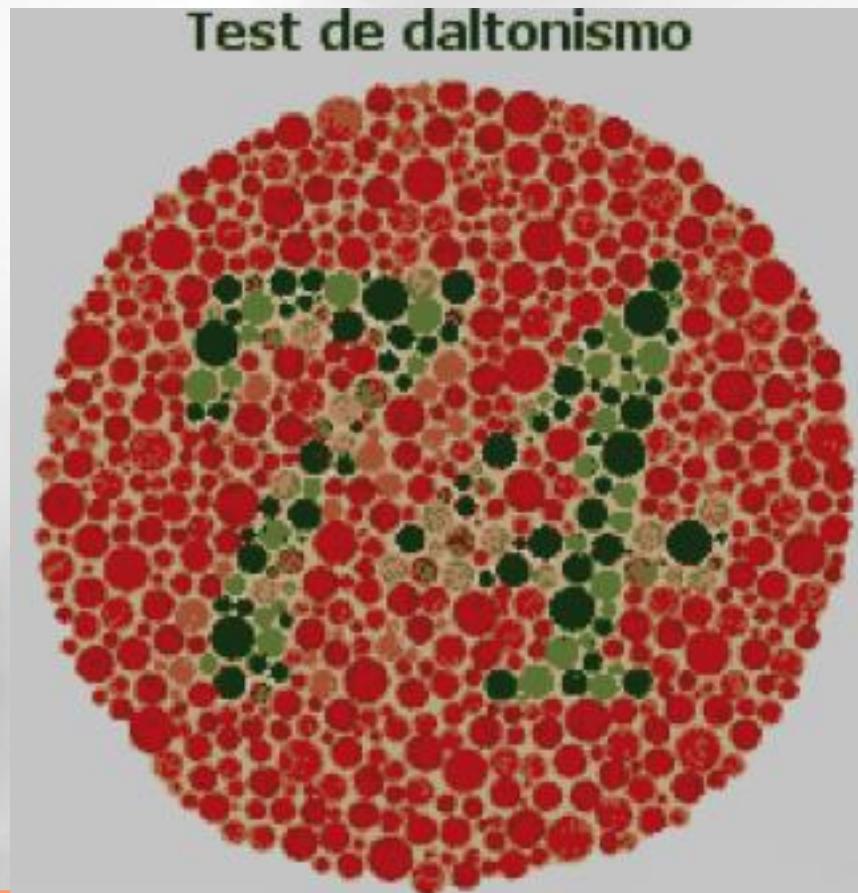


# Cores no olho humano

Qual número você vê?

Correto: 74

Daltônico: 21



# *Distinção de cores*

Parâmetros normalmente usados para distinguir uma cor da outra:

## Intensidade (Luminância, Brilho):

- Determina o quanto brilhante é uma luz;
- Mede-se com base em uma escala de preto para branco;
- Quanto menor a luminância (menor intensidade de luz), mais escura será a imagem, ou seja, aumentar ou diminuir a intensidade altera a imagem para mais clara ou mais escura.

# Distinção de cores

## Matiz (Hue):

- Atributo associado com o comprimento de onda dominante.
- Representa a cor dominante percebida pelo observador.
- Assim, quando chamamos um objeto de vermelho, laranja ou amarelo, estamos especificando o seu matiz.
- A alteração nesse controlador modifica o valor na escala de matiz das cores, mudando drasticamente as cores percebidas na imagem. No entanto, a luminosidade geral da imagem tende a ser preservada. Assim, as cores muito claras (brancos) e escuras (pretos) tendem a se manter quase inalteradas com a alteração do matiz.

# Distinção de cores (cont.)

## Saturação (ou pureza):

- Refere-se à quantidade de luz branca misturada como um matiz.
- Está relacionada com a pureza, i.e., o quanto a cor (o matiz) é diluída pela luz branca. Quanto mais pura for a cor, maior será a saturação, pois menos branco ela possui. Assim, cores puras do espectro são completamente saturadas.
- As cores preta, branca e cinza possuem saturação uniforme, sendo diferenciadas apenas pelo brilho.
- Cores como cor-de-rosa (vermelho com branco) e lilás (violeta com branco) são menos saturadas, com grau de saturação sendo inversamente proporcional à quantidade de luz branca adicionada.
- Baixo valor de saturação indica uma mistura de comprimentos de onda produzindo tons pastéis (apagados).

# *Distinção de cores (cont.)*

Matiz e saturação juntos dão a sensação da cor e são chamados *cromaticidade*. Assim, a cor pode ser caracterizada por seu brilho e cromaticidade.

As cores primárias são as 3 cores que um sistema utiliza para produzir outras cores.

As cores podem ser produzidas a partir de uma combinação das primárias.

O universo de cores que podem ser reproduzidas por um sistema é chamado de espaço de cores.

# Curiosidade

## Uso das Cores

	Força, euforia, alegria e confiança
	Estimulante, alerta, esperança
	Dinamismo, energia, revolta, calor, raiva
	Bem-estar, paz, saúde, equilíbrio
	Viagem, verdade, intelectualidade, advertência.
	Fantasia, mistério, egoísmo, espiritualidade.
	Estima, valor, dignidade.
	Pensar, melancolia.

# Modelos de Cores

Modelos de cores mais frequentemente utilizados para processamento de imagens:

RGB: monitores coloridos, câmeras de vídeos, scanners;

XYZ: televisores;

CMY e CMYK: impressoras;

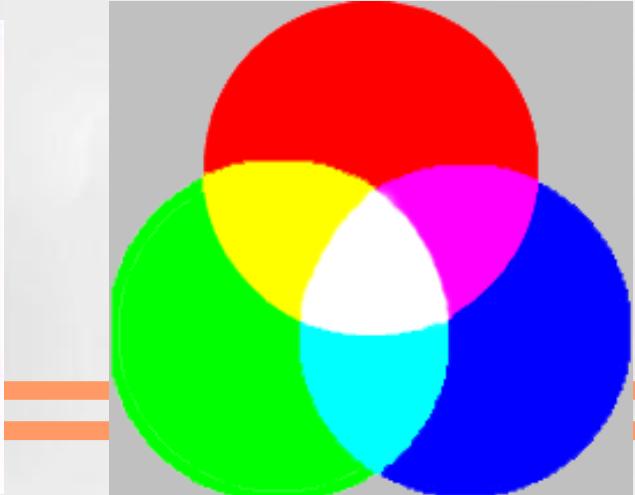
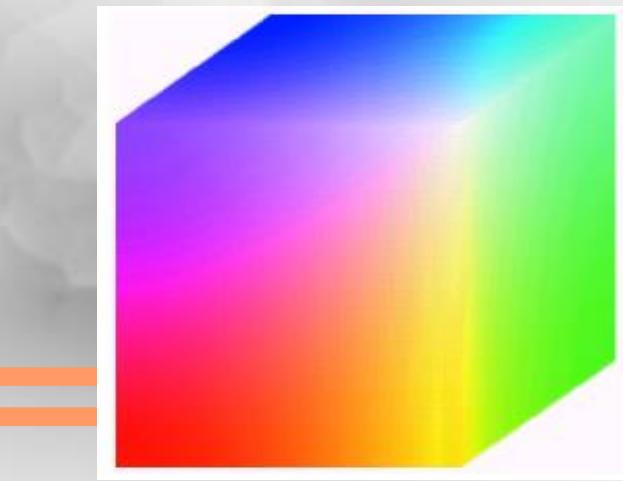
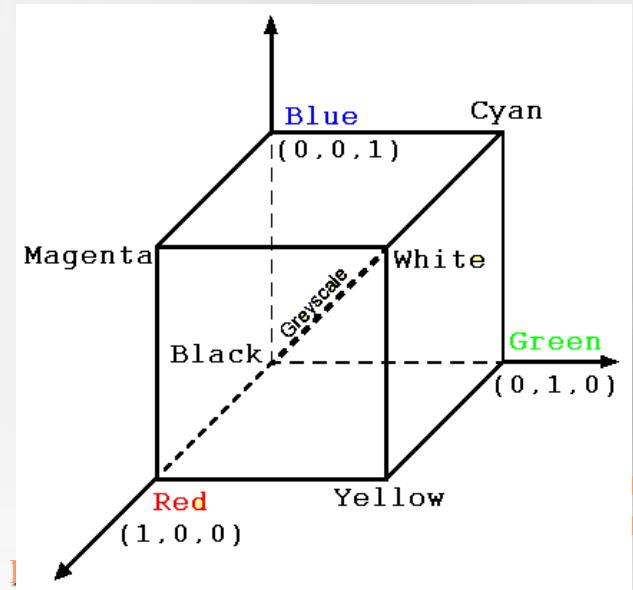
HSI: o modelo de percepção do olho humano.

Os três primeiros são orientados ao *hardware* e o último (HSI) é orientado ao usuário.

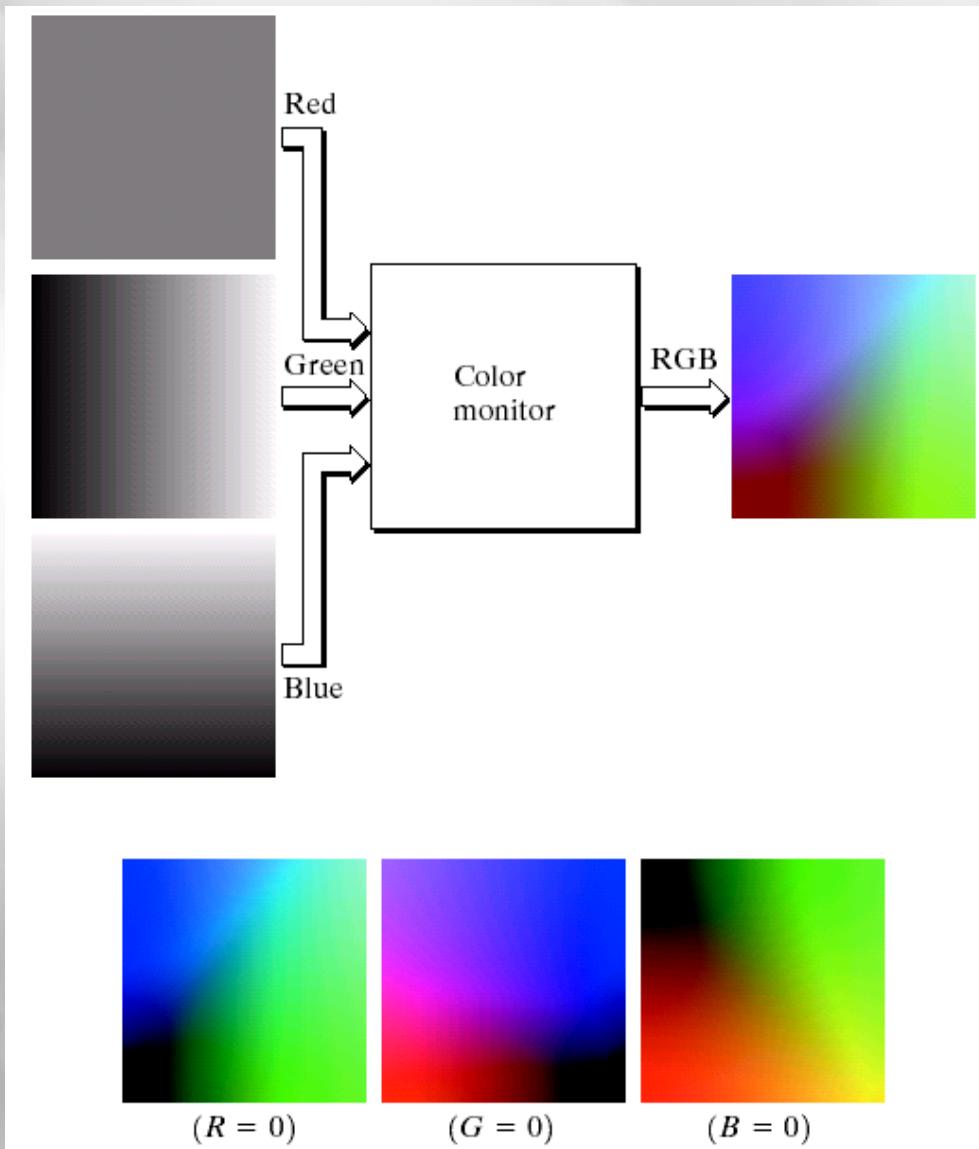
# Modelo de Cores RGB (aditivo)

Baseado em um sistema de coordenadas cartesianas que pode ser visto como um cubo em que três de seus vértices são as cores primárias, outros três as cores secundárias, o vértice junto à origem é o preto e o mais afastado da origem corresponde à cor branca.

É o modelo mais utilizado para câmeras e monitores.



# Modelo de Cores *RGB* (cont.)



# Modelo XYZ

As quantidades de R, G e B necessárias para formar qualquer cor em particular são denominadas valores *triestímulo* e são denotadas por X, Y e Z respectivamente.

## Modelo XYZ (cont.)

Os valores necessários de vermelho, verde e azul presentes em uma cor recebem o nome de coeficientes **tricromáticos** ( $x,y,z$ ) e são dados pelas equações:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

$$x + y + z = 1$$

## **Modelo XYZ (cont.)**

Existem tabelas experimentais para os valores de X, Y e Z necessários para gerar os comprimentos de onda de uma dada cor.

Televisores e monitores utilizam pontos de cada uma das três cores primárias para gerar outras variações de cores.

## Modelo XYZ (cont.)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.431 & 0.342 & 0.178 \\ 0.222 & 0.707 & 0.071 \\ 0.020 & 0.130 & 0.939 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.063 & -1.393 & -0.476 \\ -0.969 & 1.876 & 0.042 \\ 0.068 & -0.229 & 1.069 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

# **Modelos de Cores CMY e CMYK (substrativo)**

Baseado nos pigmentos primários *Cyan, Magenta, Yellow* ou *CMYK (+ black)*.

A maioria dos dispositivos que opera sob o princípio da deposição de pigmentos coloridos em papel (como impressoras ou fotocopiadoras coloridas, por exemplo) requer uma conversão interna do formato *RGB* para o formato *CMY* (cores primárias de pigmentos).

Impressoras requerem imagem no modelo *CMY* ou *CMYK* como entrada ou convertem internamente de *RGB* para *CMY*.

# Modelo de Cores CMY e CMYK (subtrativo)

Conversão de RGB para CMY e vice-versa:

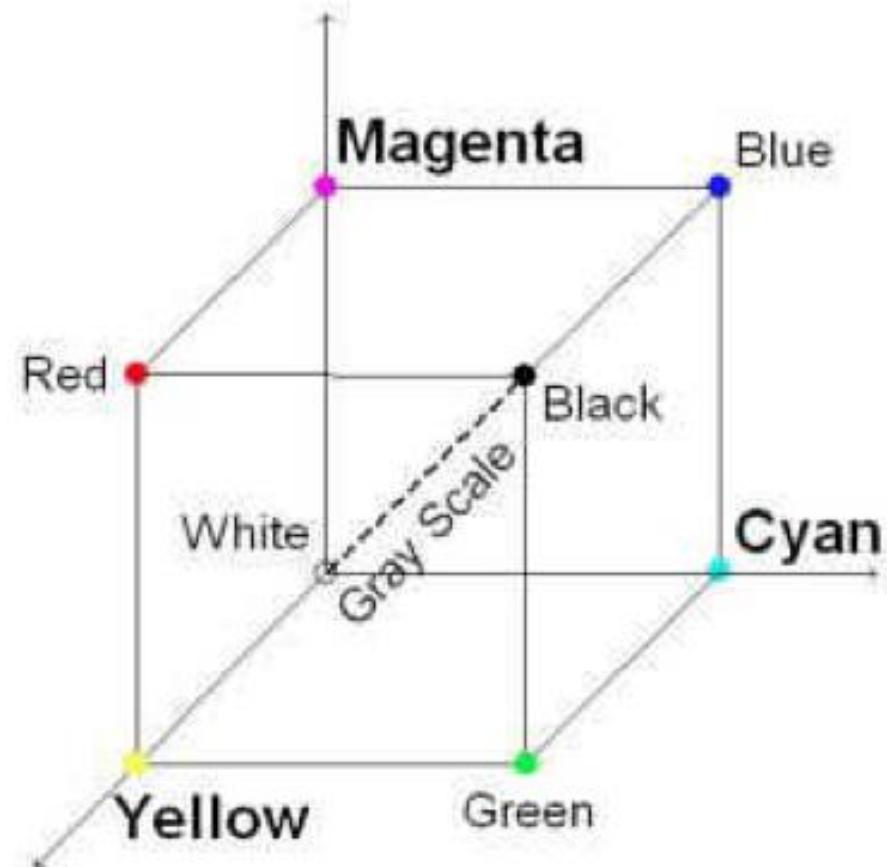
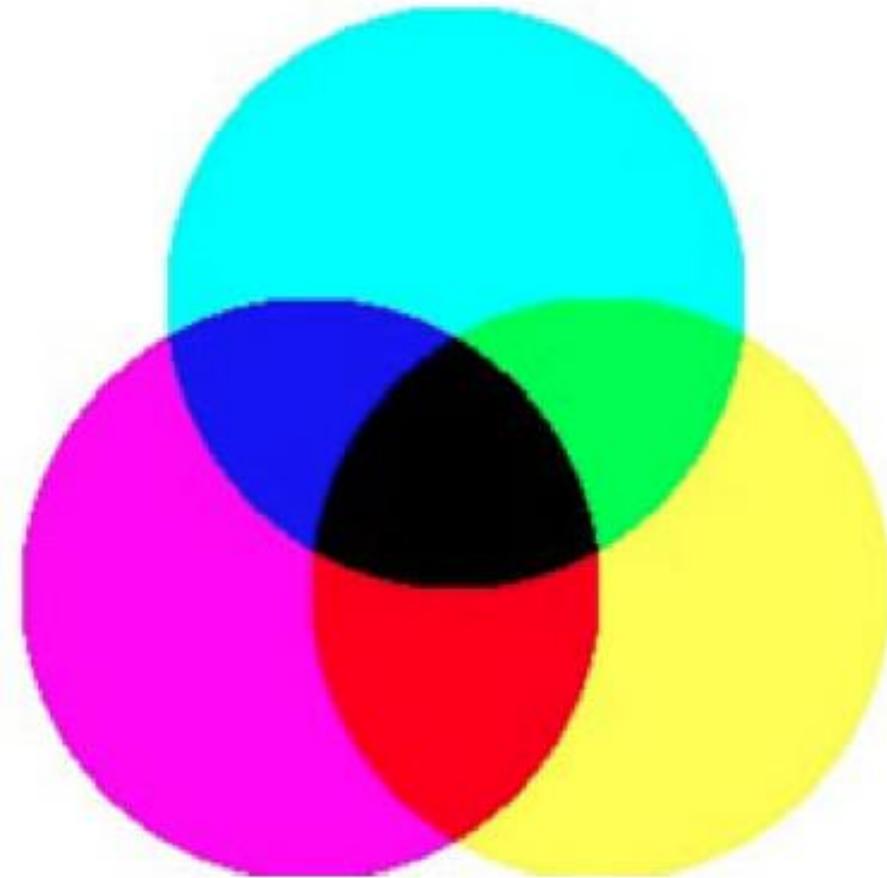
$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

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

Na teoria, adicionando quantidades similares de CMY gera-se a cor preta.

Na prática, gera um tom de barro escuro. Assim, a cor preta é adicionada como a quarta cor em impressoras, formando o modelo CMYK.

# Modelo de Cores CMY e CMYK (subtrativo)



# **Modelo de Cores HSI**

Modelo HSI é o mais parecido com a percepção humana.

Ninguém fala da cor de um carro como a composição de RGB.

Também não interpretamos imagens como sendo uma composição de três cores básicas.

Por exemplo, não dizemos que a cor de um objeto é  $R=100$ ,  $G = 100$  e  $B = 100$ .

## **Modelo de Cores HSI**

- ◆ Os humanos descrevem cores em termos de matiz, saturação e brilho.
- ◆ O modelo HSI, separa a componente de intensidade I das componentes relacionadas a cor H e S.
- ◆ Assim, HSI é o modelo ideal para desenvolvemos operadores de processamento de imagens que sejam facilmente interpretados por humanos.
- ◆ RGB, por outro lado é ideal para gerar imagens (por monitores ou câmeras).

## **Modelo de Cores HSI**

HSI (matiz, saturação, intensidade) ou HSV (matiz, saturação e luminância ( $V = value$ )) .

Recordando, matiz descreve uma cor pura (amarelo, laranja, vermelho, etc.) e é descrito em graus. A saturação fornece o nível de diluição de uma cor pura pela luz branca.

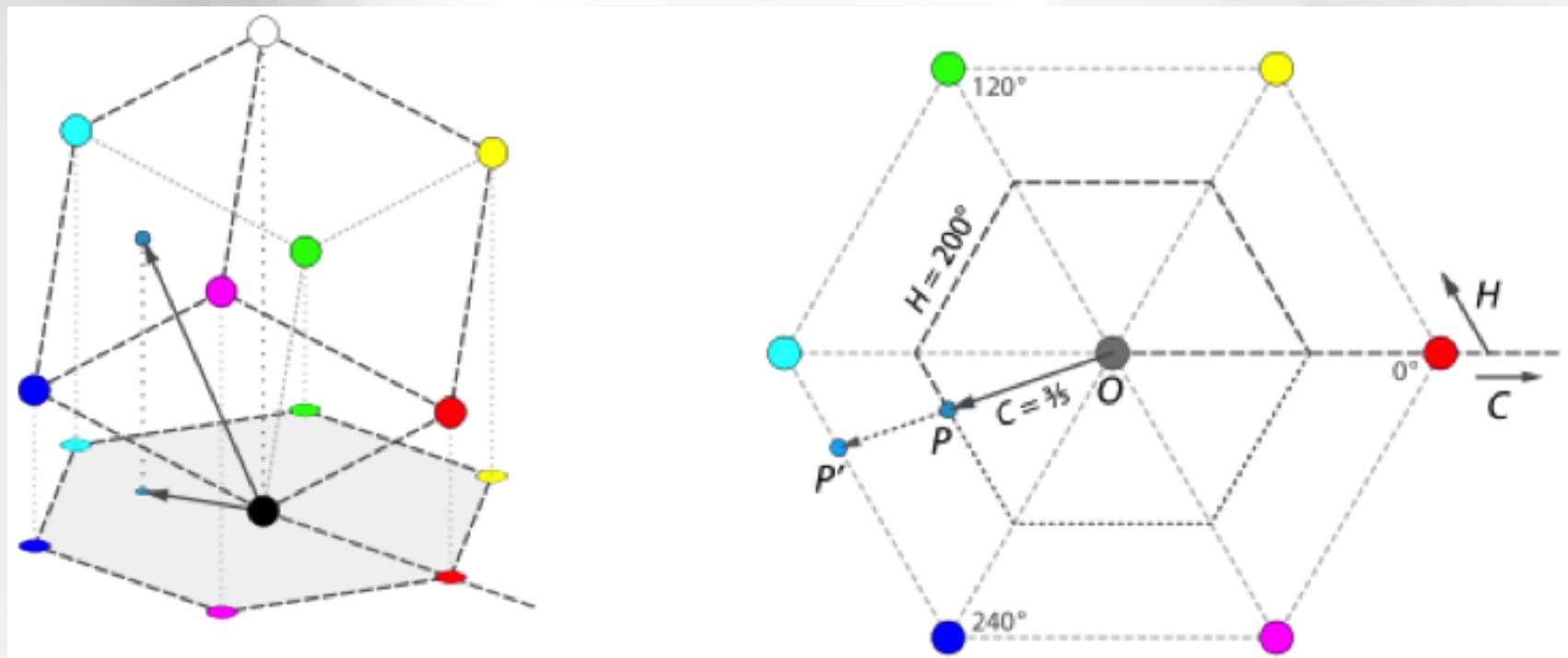
O componente de intensidade ( $I$ ) é desacoplado da informação de cor ( $H+S$ ), o que facilita o realce de imagens.

## ***Modelo de Cores HSI (cont.)***

Algumas vezes é mais vantajoso fazer o processamento de imagens utilizando o espaço HSI que o RGB (quando o processamento irá alterar apenas a intensidade).

## **Modelo de Cores HSI (cont.)**

- Para obter a representação gráfica do modelo HSI, coloque o cubo RGB em pé sobre o vértice preto e projete os vértices:



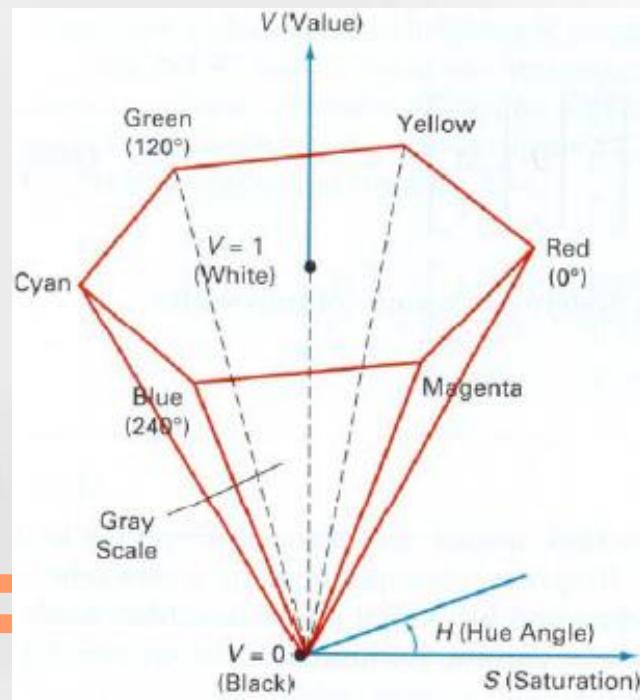
[https://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV#Hue\\_and\\_chroma](https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV#Hue_and_chroma)

# Modelo de Cores HSI (cont.)

Assim, a representação gráfica tridimensional do modelo HSI é uma pirâmide hexagonal derivada do cubo RGB.

Na base hexagonal cada vértice corresponde a uma das cores primárias RGB ou às cores primárias complementares CMY. O ângulo entre os vértices é de  $60^\circ$ . O vermelho corresponde a  $0^\circ$ , o amarelo a  $60^\circ$ , o verde a  $120^\circ$  e assim por diante.

O ponto representa uma cor arbitrária.

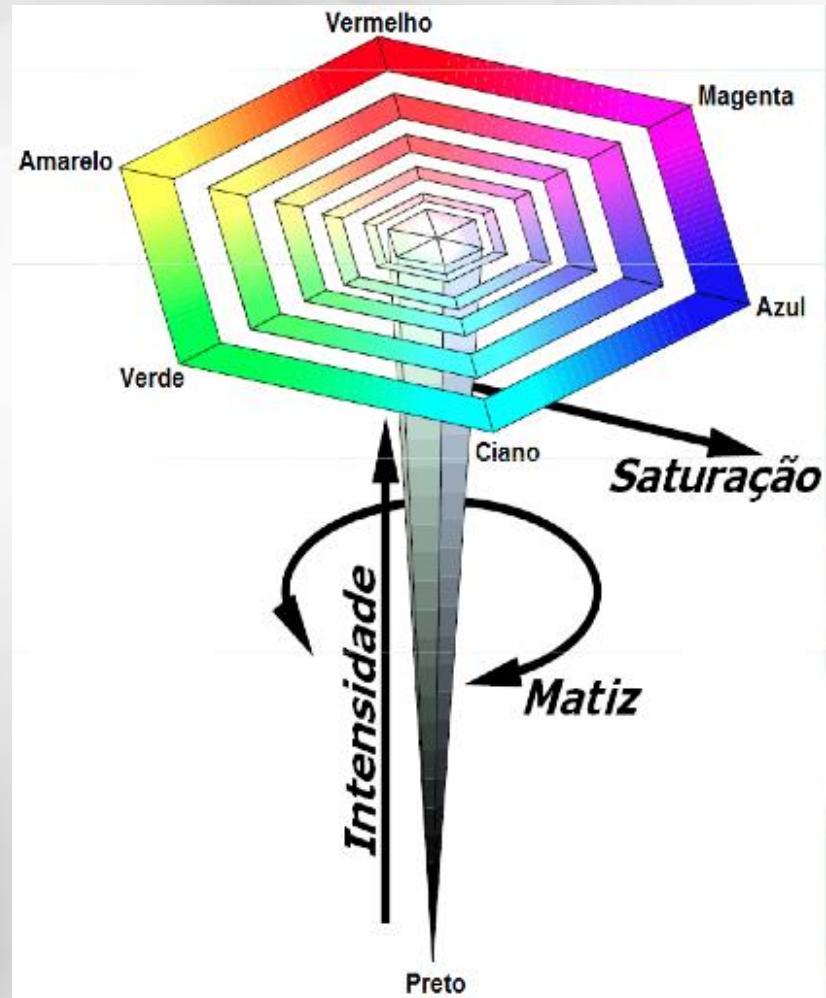


# Modelo de Cores HSI (cont.)

A distância de um ponto até a origem ou ápice do cone representa a intensidade ou brilho (normalizado entre 0 e 1).

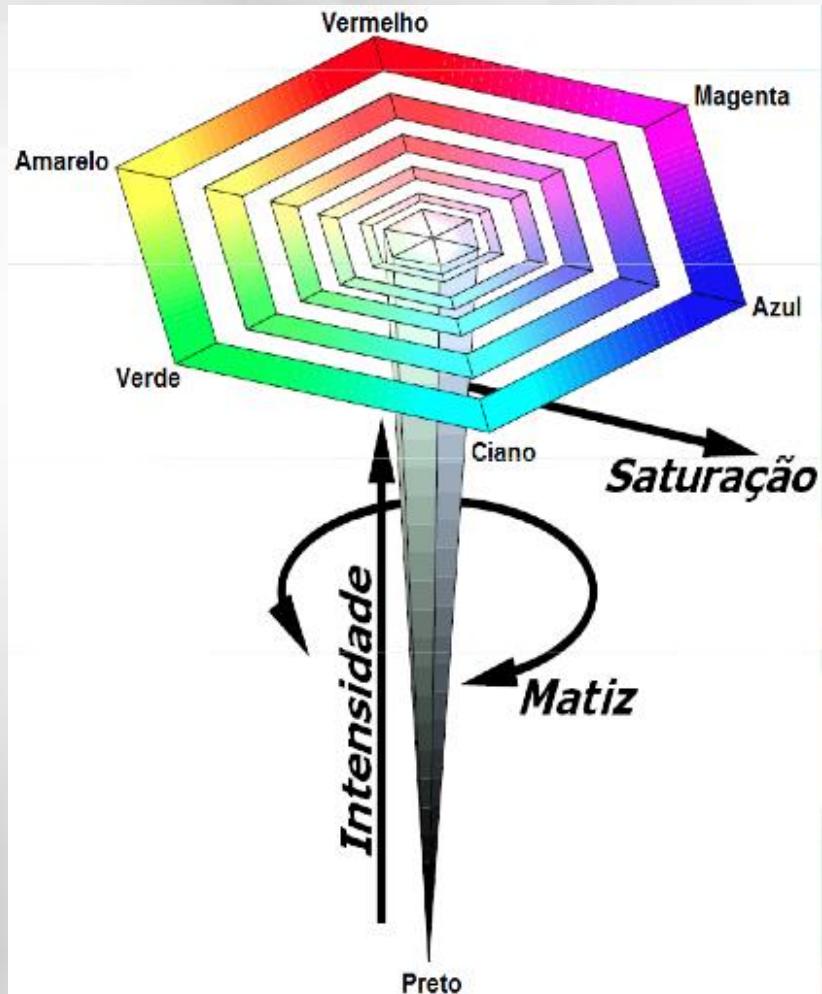
A distância radial do ponto até o eixo central do cone representa a saturação da cor (normalizado entre 0 e 1).

O matiz é representado como uma sequência radial ao redor dos círculos de saturação e do eixo de intensidade.



# Modelo de Cores HSI (cont.)

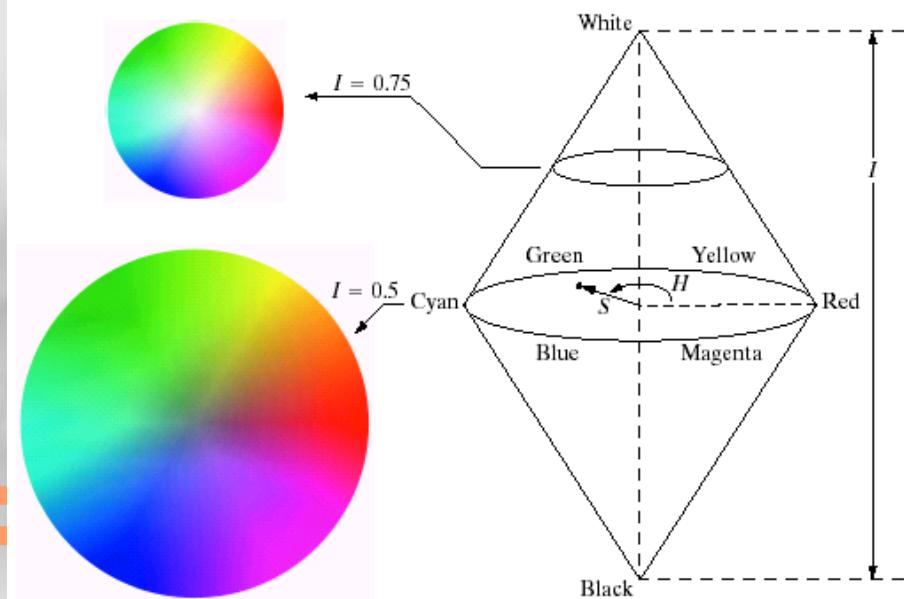
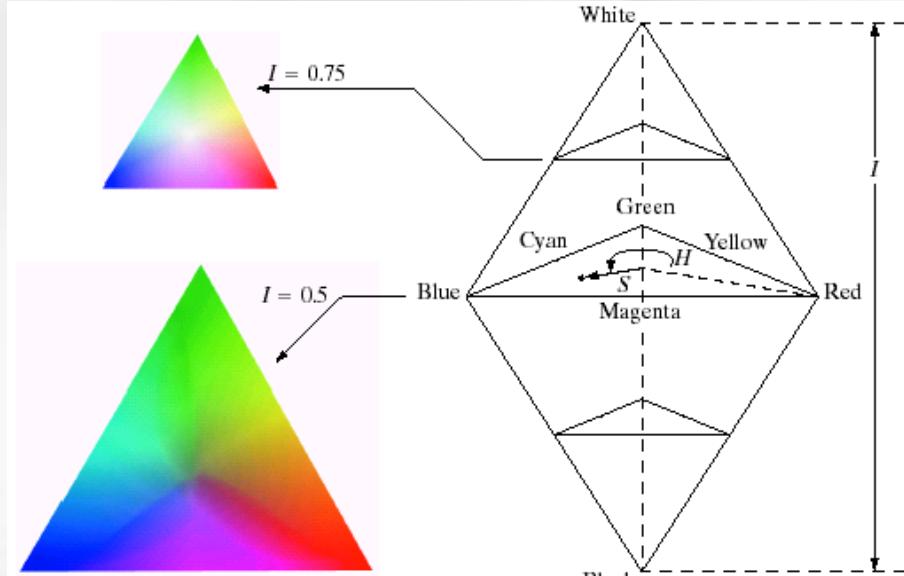
Desta forma,  $S = 0$  significa ponto no eixo das intensidades.  $S$  aumenta à medida que o ponto de cor se afasta do eixo das intensidades.



# Modelo de Cores HSI (cont.)

Modelo de cores HSI baseado em plano triangular e plano circular.

Os triângulos e círculos são perpendiculares ao eixo vertical de intensidade.



# **Modelo de Cores HSI (cont.)**

Conversão RGB para HSI, sendo:

$I$ : quantidade de RGB normalizados entre [0.0,1.0]

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

# Modelo de Cores HSI (cont.)

S: saturação assume um valor entre [0.0,1.0], sendo que S=1 significa que não há branco (cor pura).

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

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

O termo  $\min[R, G, B]$  indica somente a quantidade de branco presente. Se qualquer valor  $R$ ,  $G$  ou  $B$  for zero, não há branco e teremos uma cor pura.

## **Modelo de Cores HSI (cont.)**

H: (matiz) medido em graus  $[0^\circ, 360^\circ]$  com  $0^\circ$  indicando matiz vermelho,  $120^\circ$  representando verde e  $240^\circ$  representando azul;

$$H = \begin{cases} \text{indefinido} & \text{se } S = 0 \\ \theta & \text{se } B \leq G \\ 360^\circ - \theta & \text{se } B > G \end{cases}$$

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

Normalmente, para normalizar  $H$  entre  $[0.0, 1.0]$ , fazemos  $H = H/360^\circ$ .

## **Modelo de Cores HSI (cont.)**

Se a saturação for zero, o matiz é indiferente (imagens em níveis de cinza), assim como a saturação não é definida se  $I=0$  (a imagem está preta, portanto saturação e matiz são descartados).

## **Modelo de Cores HSI (cont.)**

Dados os valores de HSI no intervalo entre [0,1], a conversão HSI para RGB depende do valor do matiz ( $H$ ).

Multiplique  $H$  por  $360^{\circ}$  para ter valores de matiz no limite de  $[0^{\circ}, 360^{\circ}]$  (estava entre  $[0,1]$ ).

Setor RG: se  $0^{\circ} \leq H < 120^{\circ}$ :

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

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

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

## Modelo de Cores HSI (cont.)

Setor GB: se  $120^0 \leq H < 240^0$ :

$$H = H - 120^0$$

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

$$G = I * \left[ 1 + \frac{S * \cos(H)}{\cos(60^0 - H)} \right]$$

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

## **Modelo de Cores HSI (cont.)**

Setor GR: se  $240^0 \leq H \leq 360^0$ :

$$H = H - 240^0$$

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

$$B = I * \left[ 1 + \frac{S * \cos(H)}{\cos(60^0 - H)} \right]$$

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

## **Modelo de Cores HSI (cont.)**

Pelo fato dos componentes matiz e saturação estarem intimamente relacionados à percepção humana de cores, este modelo é uma ferramenta ideal para o desenvolvimento de algoritmos de processamento de imagens baseados em alguma das propriedades do sistema visual humano. Ex. Sistema para determinação automática do amadurecimento de frutas e vegetais.

## ***Modelo de Cores HSI (cont.)***

Nestas aplicações, a chave consiste em basear a operação do sistema sobre propriedades de cores na forma em que uma pessoa usaria aquelas propriedades para desempenhar a tarefa em questão.

Uma imagem processada no espaço HSI deve ser convertida para RGB para exibição.

# *Transformadas de Pixels Coloridos*

# Imagens Coloridas Artificialmente

Consiste em atribuir cores para intensidades de cinza, dado um determinado critério.

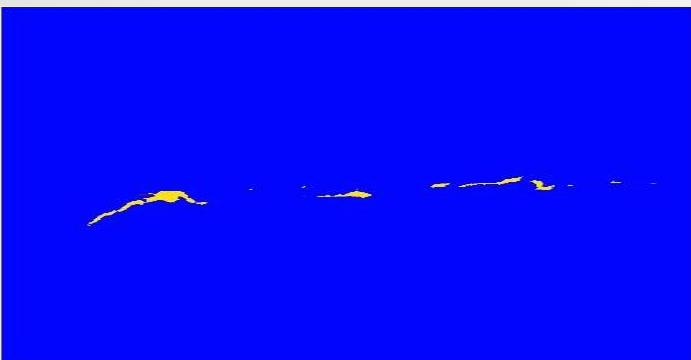
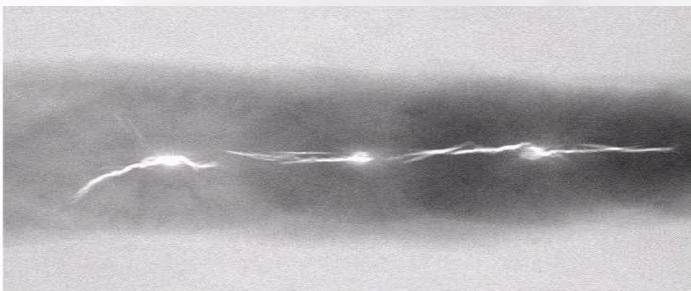
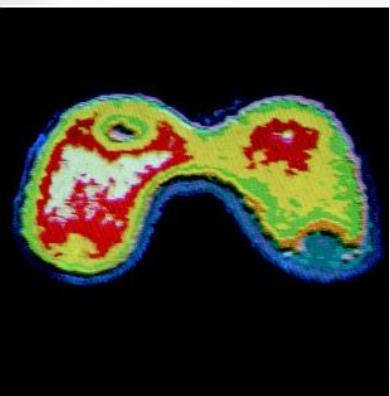
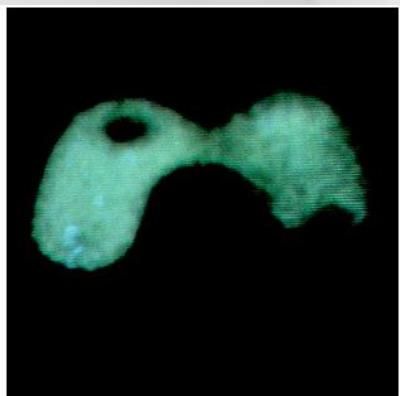
Principal uso de pseudocores é para visualização humana.

O ser humano pode diferenciar milhares de tons e intensidades de cores, enquanto que apenas duas dúzias de tons de cinza.

Dada uma imagem 3D:  $(x, y, f(x,y))$ , dividida em intervalo de intensidade  $[I_0, I_1], [I_1, I_2], \dots, [I_{n-1}, I_n]$ , podemos atribuir uma cor  $c_i$  para cada intervalo.

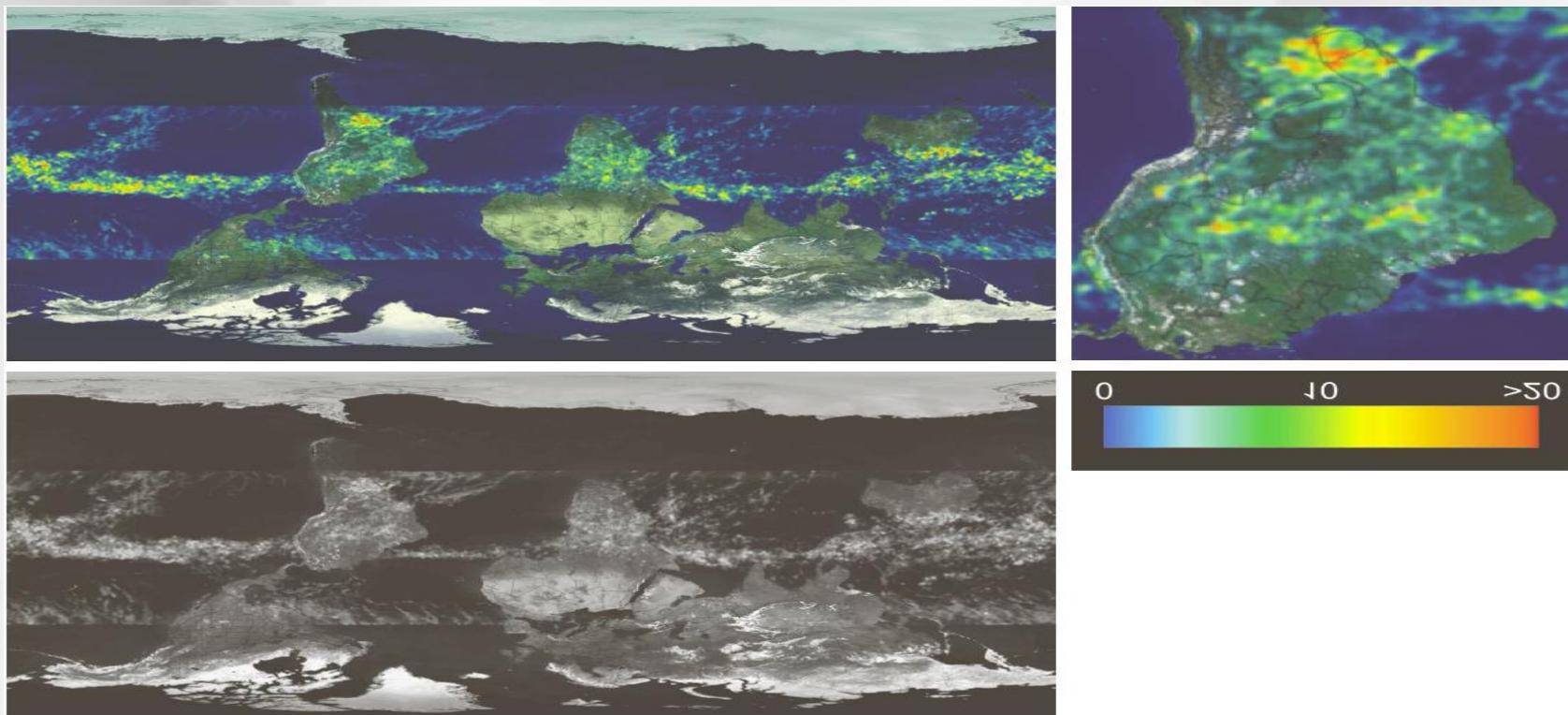
# Imagens Coloridas Artificialmente (cont.)

Exemplos de coloração de teste de radiação de verificação de porosidade de solda.



# Imagens Coloridas Artificialmente (cont.)

- Coloração de níveis de precipitação de imagem de satélite.



# *Imagens Coloridas Artificialmente* *(cont.)*

Transformada de cores: dada uma imagem em tons de cinza, calcular três componentes de cores RGB, a partir de três funções independentes.

É uma generalização da codificação de cor.

# Fundamento do Processamento de Imagens Coloridas Reais

Há 2 categorias de processamento de imagens coloridas:

Operações sobre cada um dos canais da imagem isoladamente;

Operações sobre todos os canais da imagem.

Como há pelo menos 3 componentes na imagem colorida, um pixel é tratado como um vetor:

$$c = [c_R \ c_G \ c_B]^T = [R \ G \ B]^T$$

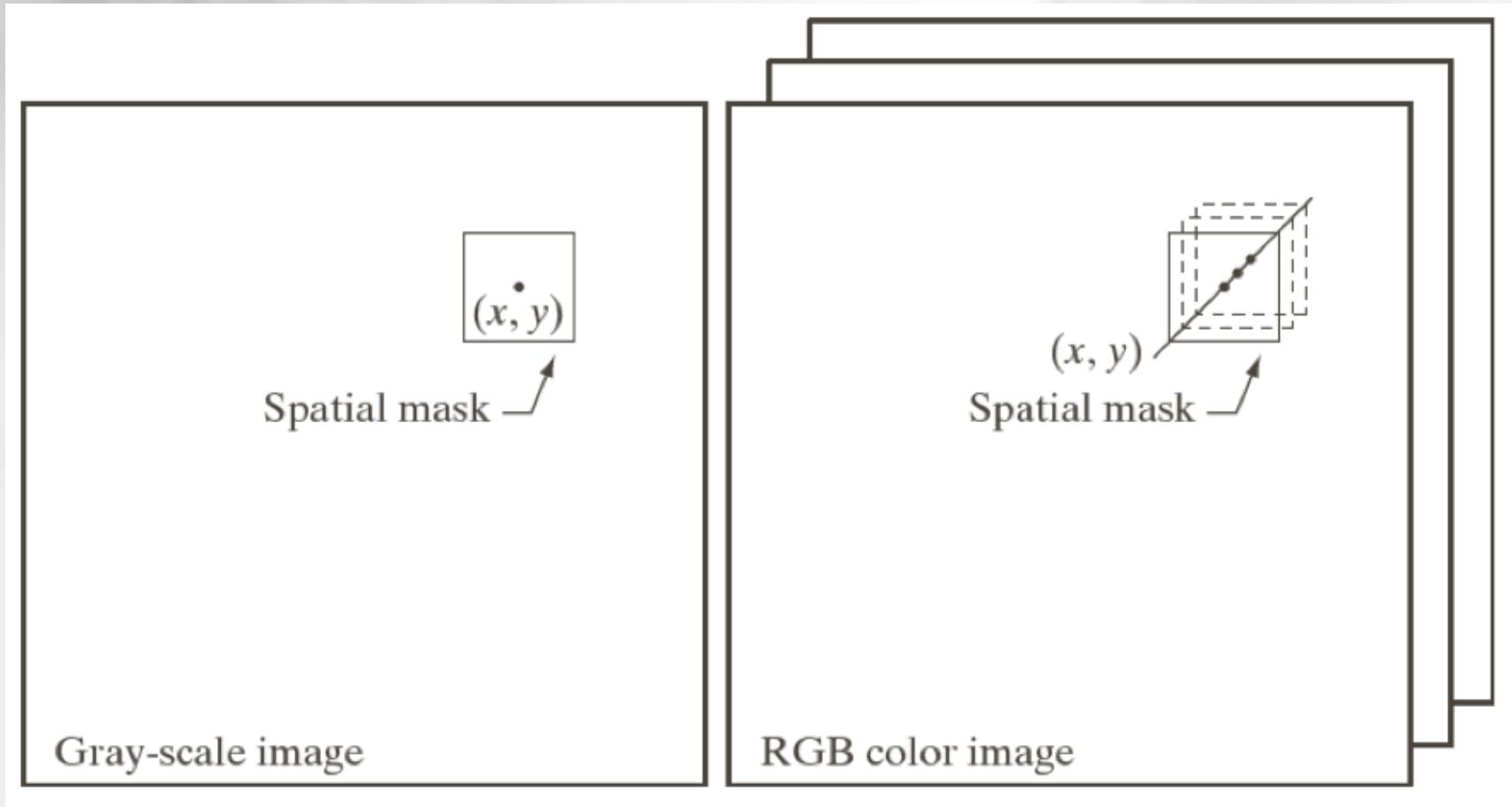
# Fundamento do Processamento de Imagens Coloridas Reais (cont.)

Dados que as cores são funções das coordenadas  $x$  e  $y$ , temos:

$$c = [c_R(x,y) \ c_G(x,y) \ c_B(x,y)]^T = [R(x,y) \ G(x,y) \ B(x,y)]^T$$

Apesar de podermos processar cada canal com operadores utilizados para imagens de níveis de cinza, não é sempre equivalente a processar todos os canais juntos. Nestes casos, é necessário projetar novos operadores.

# Fundamento do Processamento de Imagens Coloridas Reais (cont.)



# Transformadas de Pixels Coloridos

Transformadas de pixels coloridos são definidas como:

$J(x,y) = T(I(x,y))$ , em que  $I$  e  $J$  são imagens coloridas e  $T$  é uma transformação na vizinhança de  $(x,y)$ , incluindo o próprio pixel.

$$J_i = T_i(I_1, I_2, \dots, I_n), i = 1, 2, \dots, n.$$

$n = 3$  para RGB, HSI, CMY e  $n = 4$  para CMYK.

# *Transformadas de Pixels Coloridos*

## *(cont.)*

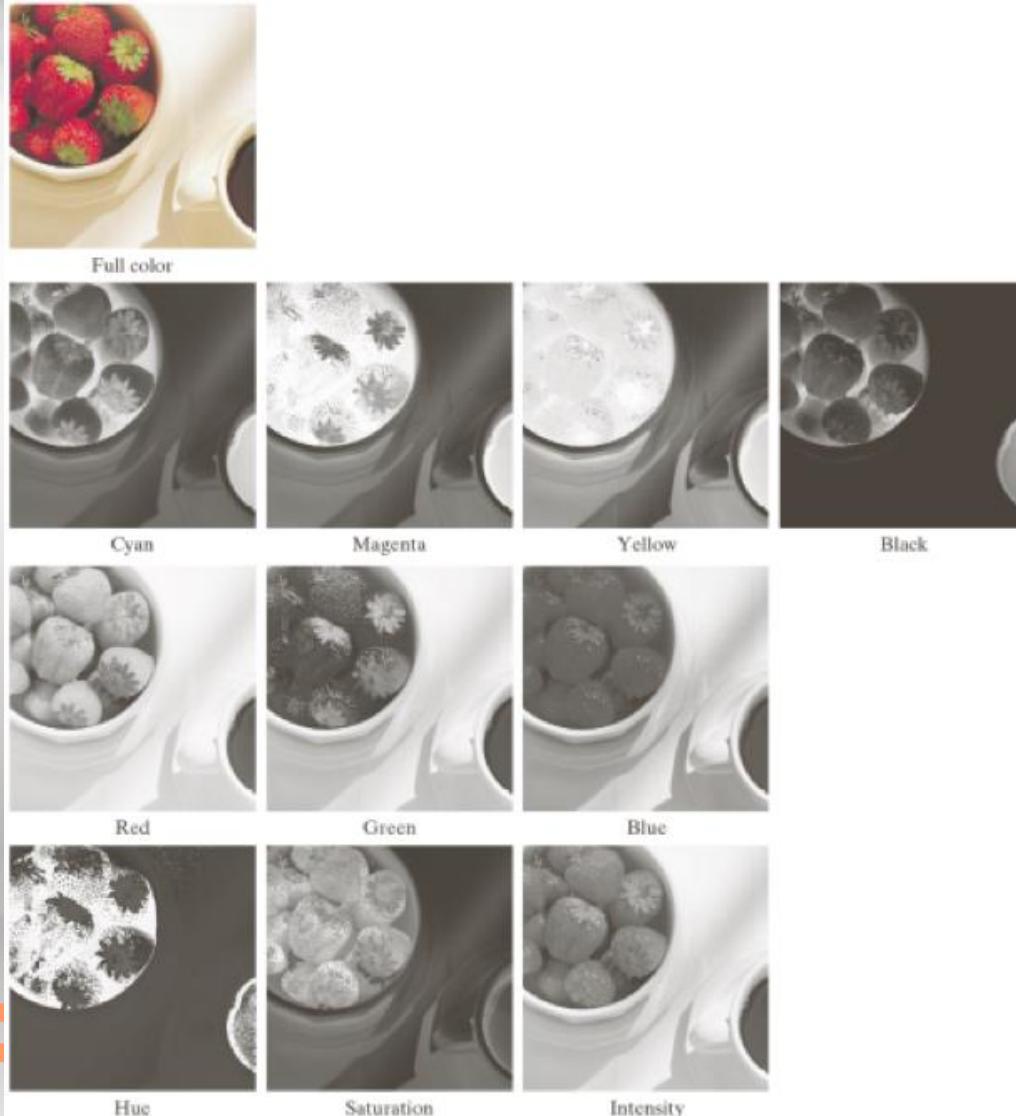
Algumas transformadas são melhor aplicadas a um determinado modelo de representação de cores.

No entanto, precisa-se calcular o custo de converter de um modelo para outro.

# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Decomposição de imagem colorida nos modelos CMYK, RGB e HSI



# Transformadas de Pixels Coloridos (cont.)

Exemplo: Modificar intensidade de imagem

Em HSI, basta aplicar a transformação em  $I$ :

$$J_3 = k \times T_3(I_3).$$

No RGB, todos os componentes são transformados pelo mesmo escalar:

$$J_i = k \times T_i(I_i), \text{ para } i = \{1, 2, 3\}.$$

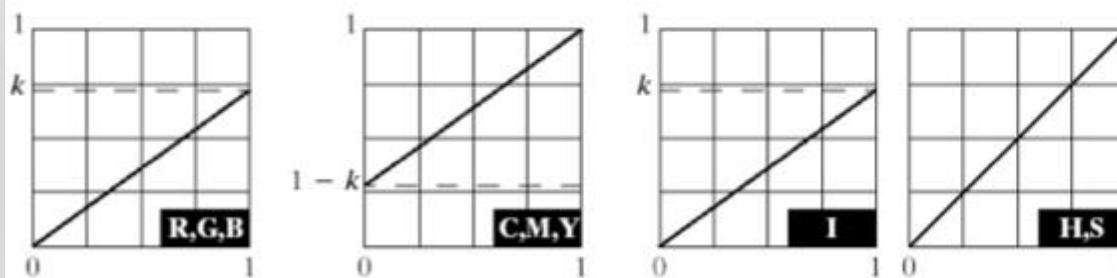
Para CMY a transformada é semelhante a RGB:

$$J_i = k \times T_i(I_i) + (1 - k), \text{ para } i = \{1, 2, 3\}$$

# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Apesar da transformada no espaço HSI ser mais rápida, pode não valer a pena, por exemplo, converter de RGB para HSI.

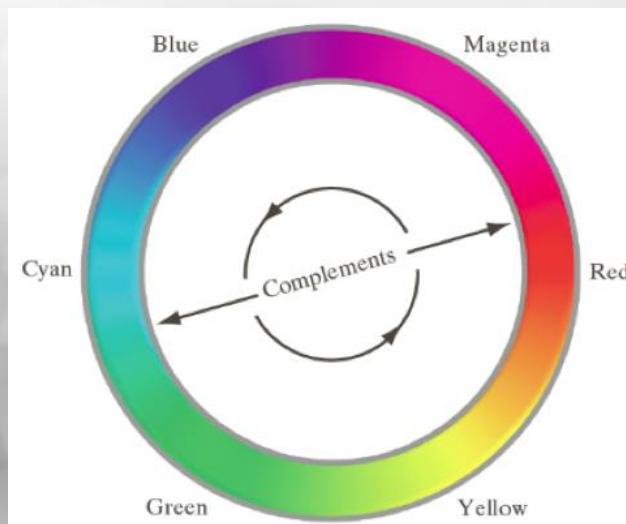


# Transformadas de Pixels Coloridos (cont.)

Imagen de complementos.

Esta imagem é útil para determinar qual é a cor oposta  $C_t$  a uma determinada cor  $C$ .

A cor oposta pode ser utilizada para a correção de cores irregulares.



# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Outra operação importante é o realce de uma determinada cor.

Pode ser utilizada para visualização e para gerar máscara para pós-processamento.

Uma das maneiras mais simples de realizar o realce é mapear cores que estão fora do intervalo de interesse a uma cor neutra e não proeminente.

# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Mapeamento por cubo:

$$J_i = 0.5, \text{ se } [ |I_i - a_i| > W/2] \text{ para todo } 1 \leq i \leq n,$$

$$J_i = I_i, \text{ caso contrário.}$$

$a_i$  é um valor médio de  $I_i$  em um cubo de lado  $W$ .

O valor de 0.5 para cada componente no RG gera um valor de cinza que é neutro.

Mapeamento por esfera:

$$J_i = 0.5 \text{ se } \sum_{i=1}^n (I_i - a_i)^2 > (R_0)^2, \text{ sendo } R_0 \text{ o raio da esfera,}$$

$$J_i = I_i, \text{ caso contrário.}$$

# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)



- $a=(0.6863, 0.1608, 0.1922)$   $R_0=0.1765$  e  $W=0.2549$ .

# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Processamento de histograma: assim como nas imagens em tons de cinza, o histograma pode ser utilizado para melhorar a distribuição das cores automaticamente.

A equalização de histograma, por exemplo, pode ser adaptada para operar sobre múltiplos canais.

Não é bom equalizar as cores de uma imagem separadamente, pois isso resultará em cores erradas.

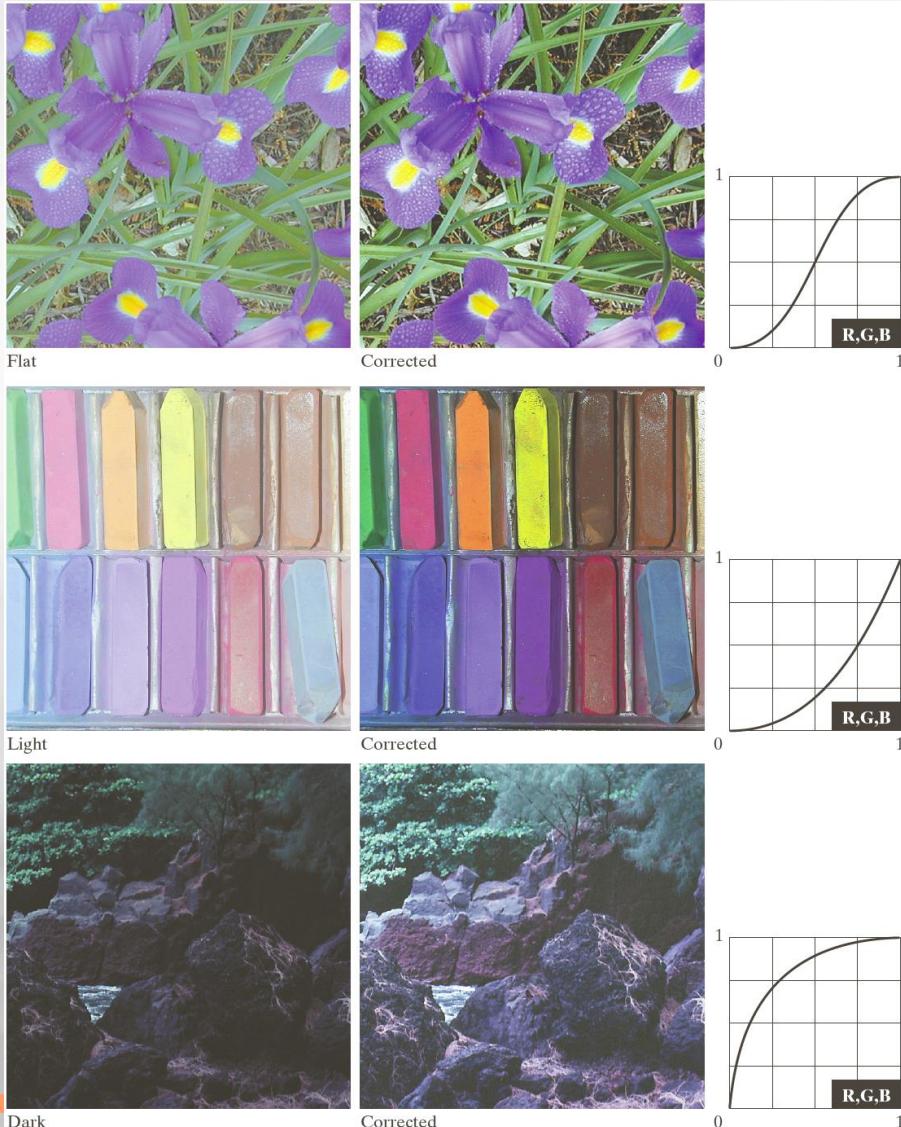
Uma opção é equalizar apenas o brilho, deixando as cores inalteradas, utilizando o modelo HSI.

# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Exemplos de ajuste de intervalo de tonalidades de:

- ✓ Imagem plana, ou sem detalhes;
- ✓ Imagem clara;
- ✓ Imagem escura.



# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

As operações de vizinhança de pixels são similares às realizadas em imagens de tons de cinza.

As operações de vizinhança em imagens coloridas operam diferentemente em cada modelo de cores.

Nos modelos RGB, CMY e CMYK a varredura pode ser realizada individualmente sobre cada canal.

Já no modelo HSI, a varredura é realizada apenas sobre o canal I.

# Transformadas de Pixels Coloridos (cont.)

Veja um exemplo de suavização por filtro da média.

Primeiramente estas figuras mostram a decomposição da imagem original nos componentes RGB.



# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Estas figuras constituem a decomposição da imagem original em matiz (H), saturação (S) e intensidade (I), nessa ordem.



# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Esta figura contém o resultado da **suavização dos canais RGB**, a **suavização do canal I** e a **subtração das duas imagens**, nesta ordem.

Fica claro que a operação não produz o mesmo resultado. O resultado da operação sobre I é melhor, pois não altera as cores originais da imagem.



# Transformadas de Pixels Coloridos

(cont.)

Esta figura contém o resultado do **realce dos canais RGB**, o **realce do canal I** e a **subtração das duas imagens**, nesta ordem.

Novamente, os resultados são distintos e a operação sobre I é a mais fidedigna.



# Exercício

Escolha uma imagem colorida e implemente os seguintes processamentos (não é permitido utilizar funções já predefinidas do MatLab):

Conversão de RGB para CMY;

Conversão de RGB para HSI;

Equalização de histograma no espaço de cores HSI;

Realce pela mediana no espaço de cores RGB;

Realce pela mediana no espaço de cores CMY;

Realce pela mediana no espaço de cores HSI;

Comparar cada resultado das operações da mediana.

# Referências

*Slides:*

Prof. Fabio Cappabianco (UNIFESP)

Prof. Fabio Faria (UNIFESP)

*Livro:*

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. Digital Image Processing, 3rd. ed, Addison Wesley Pub , 2001.

Pedrini, H.; Schwartz, W. R. Análise de Imagens Digitais – Princípios, Algoritmos e Aplicações, ed. Thomson Learning, 2008.