

COMPUTAÇÃO GRÁFICA E REALIDADE VIRTUAL

Processamento de Imagens Coloridas

Prof. Dr. Fernando Kakugawa

fernando.kakugawa@animaeducacao.com.br

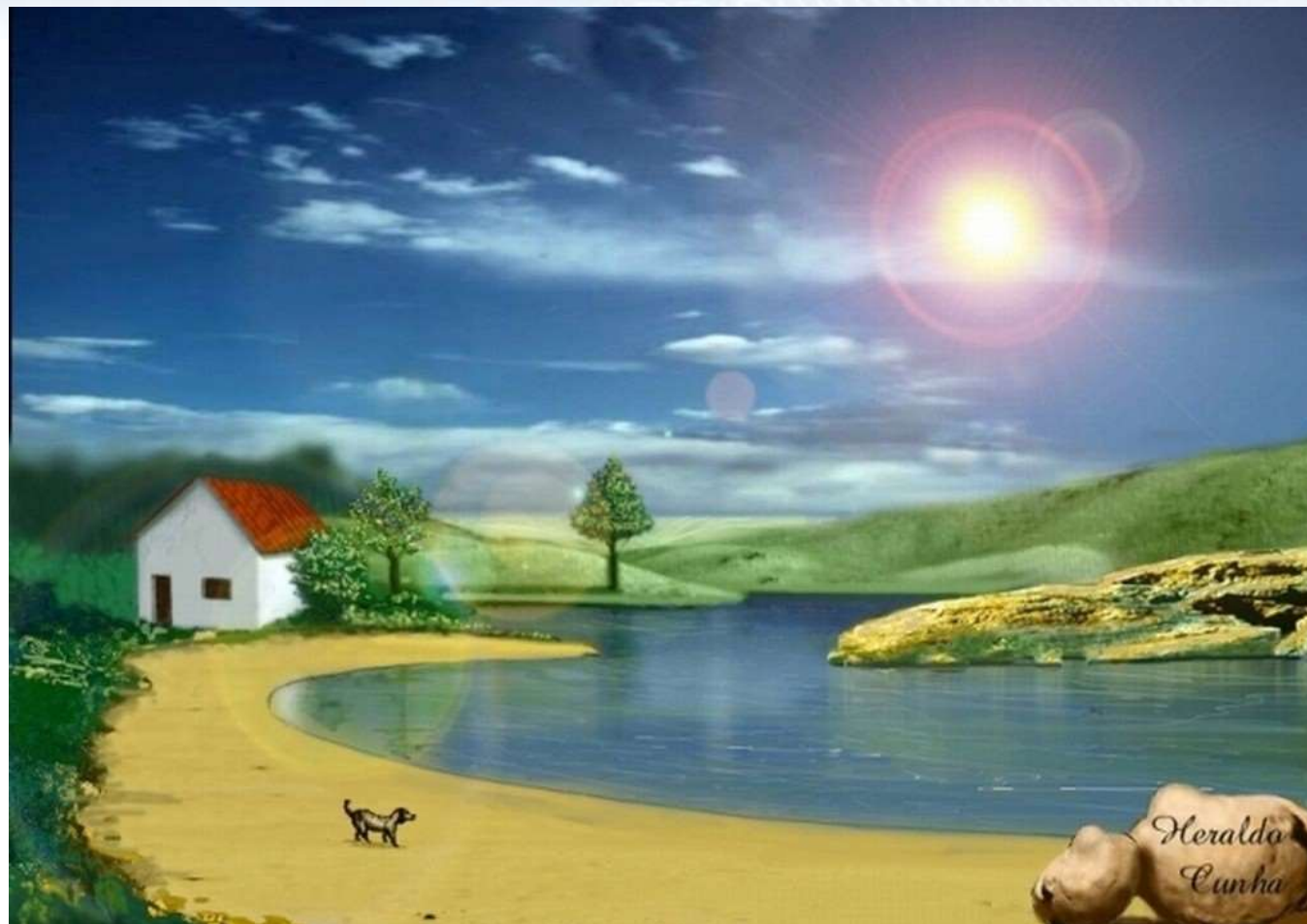
Percepção das Cores

- O uso da cor em processamento de imagens é importante por dois principais motivos:
 - A cor é um descritor muito poderoso na identificação de objetos
 - reconhecimento de padrões e extração de características
 - Enquanto o olho humano consegue distinguir pouco mais de 30 níveis de cinza, sensores conseguem distinguir mais de 1000 cores diferentes

Cor

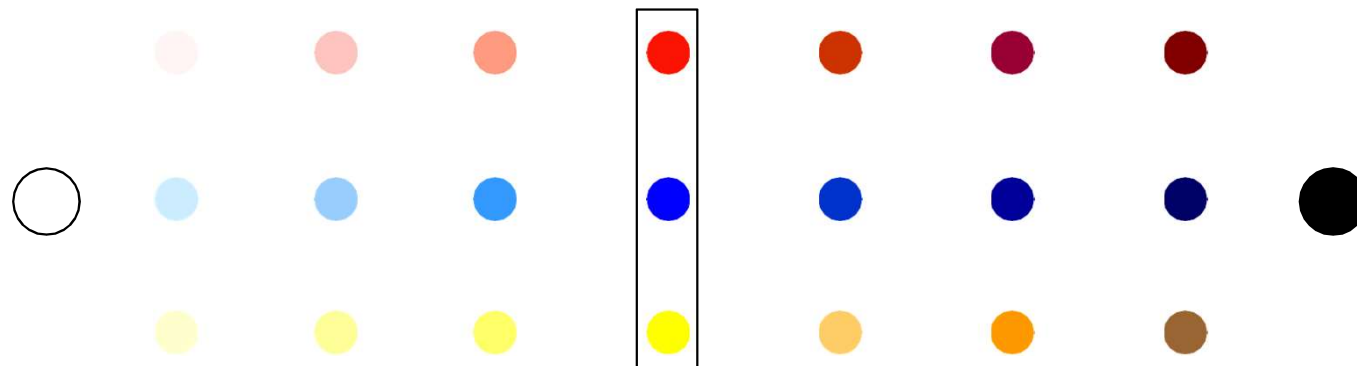


Cor

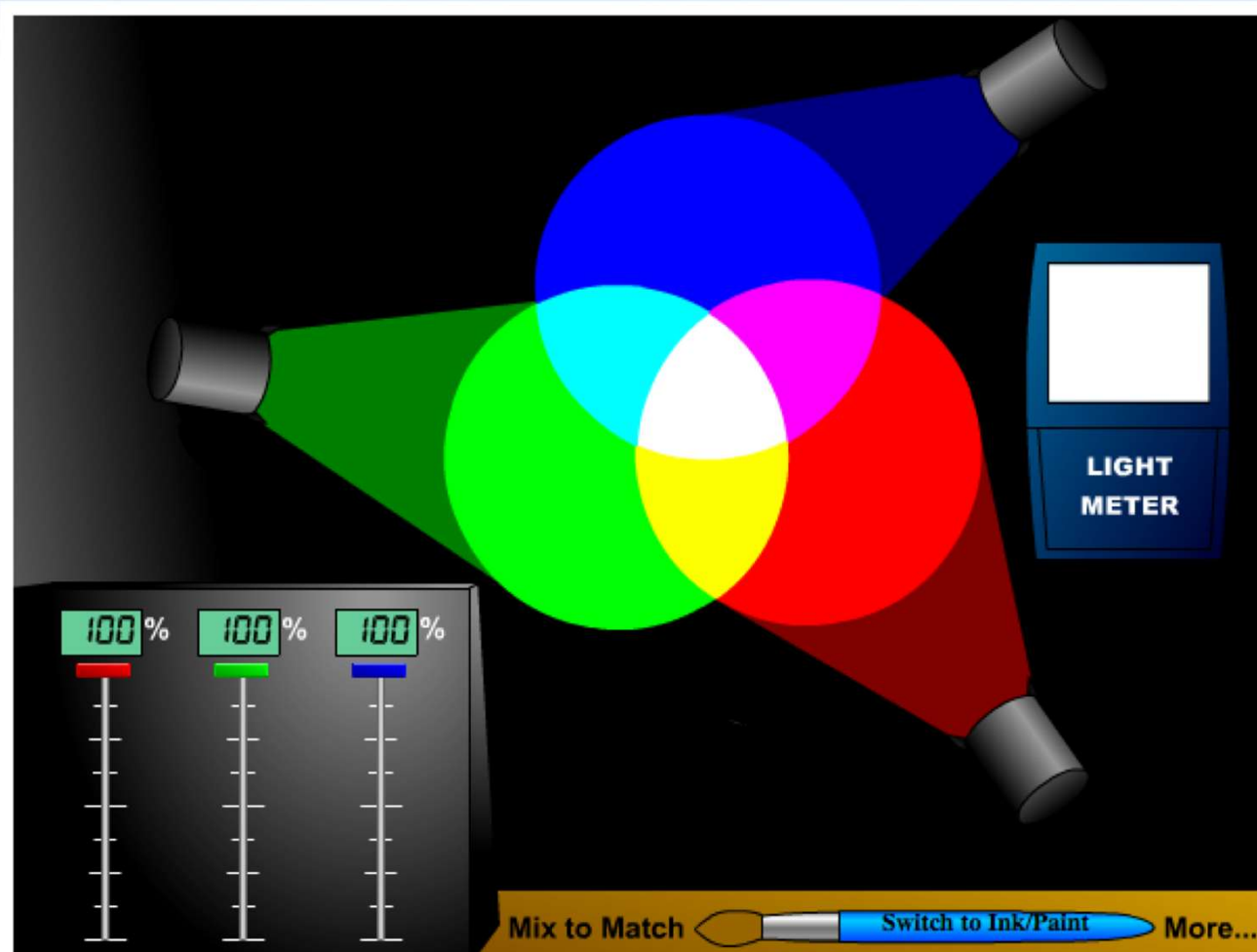


Matiz (Hue), Saturação e Cromaticidade

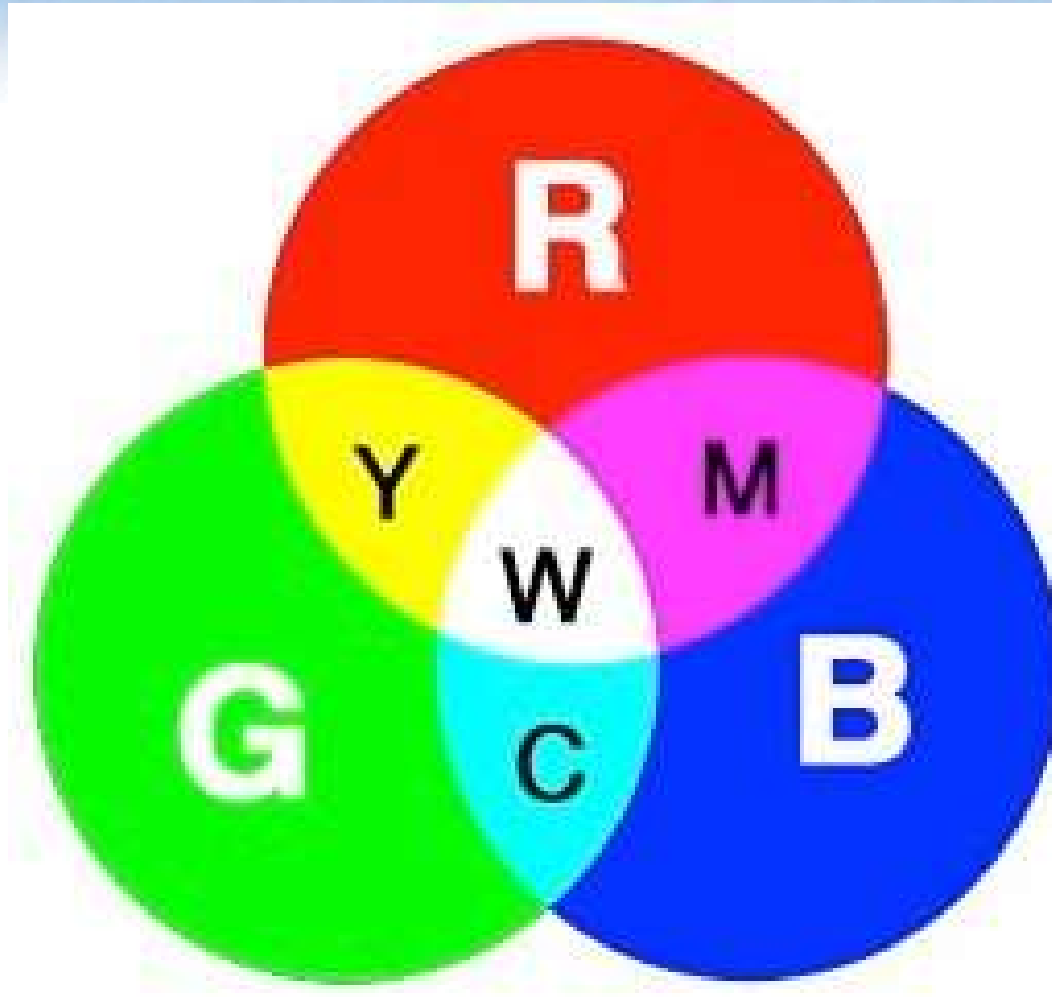
- Matiz refere-se à cor pura, ou seja, relativa ao comprimento de onda da luz;
- Saturação refere-se à quantidade em que a cor pura é diluída na luz branca;
- Cromaticidade é a informação de matiz e saturação tomadas juntas



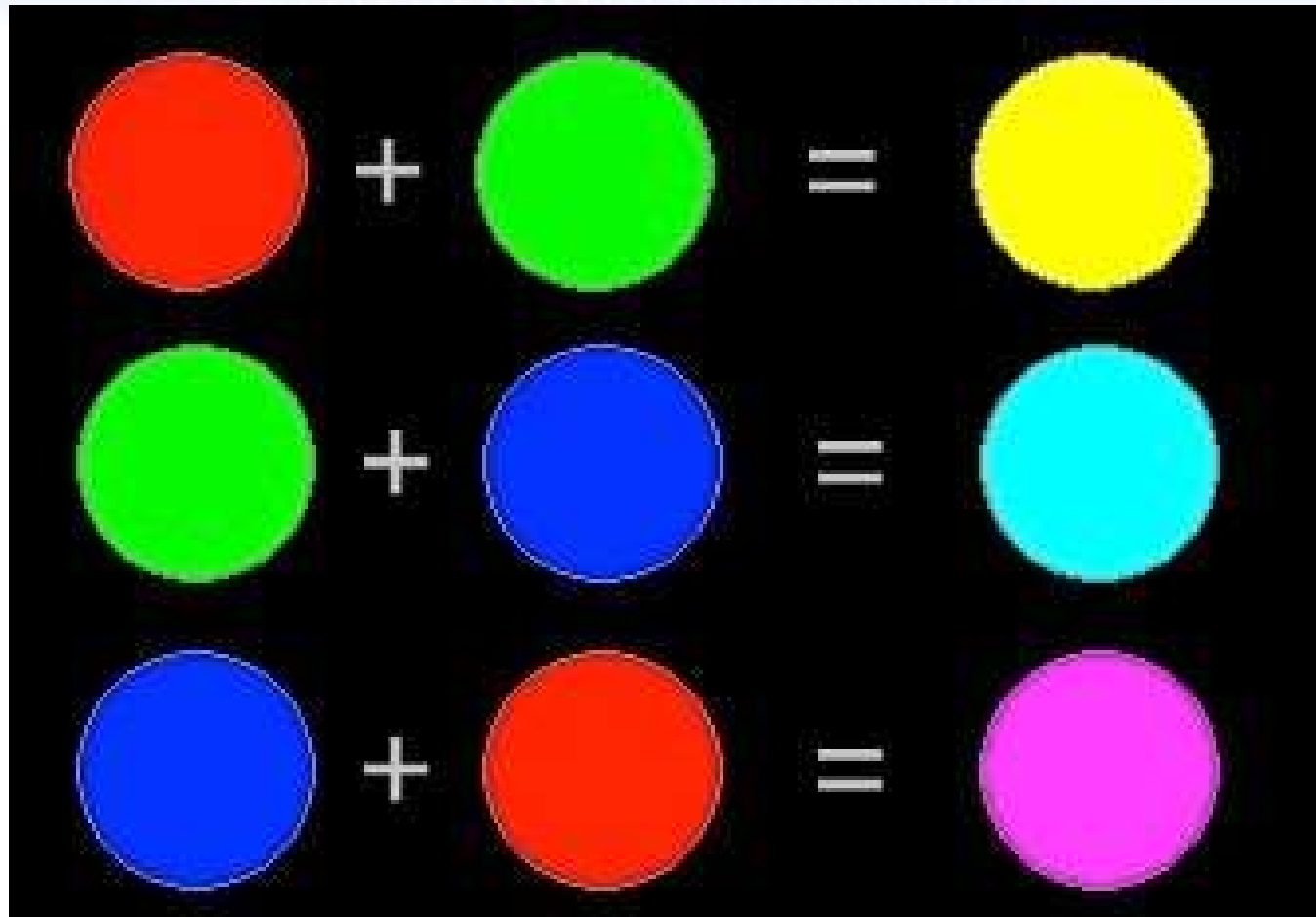
Modelo Aditivo (luz)



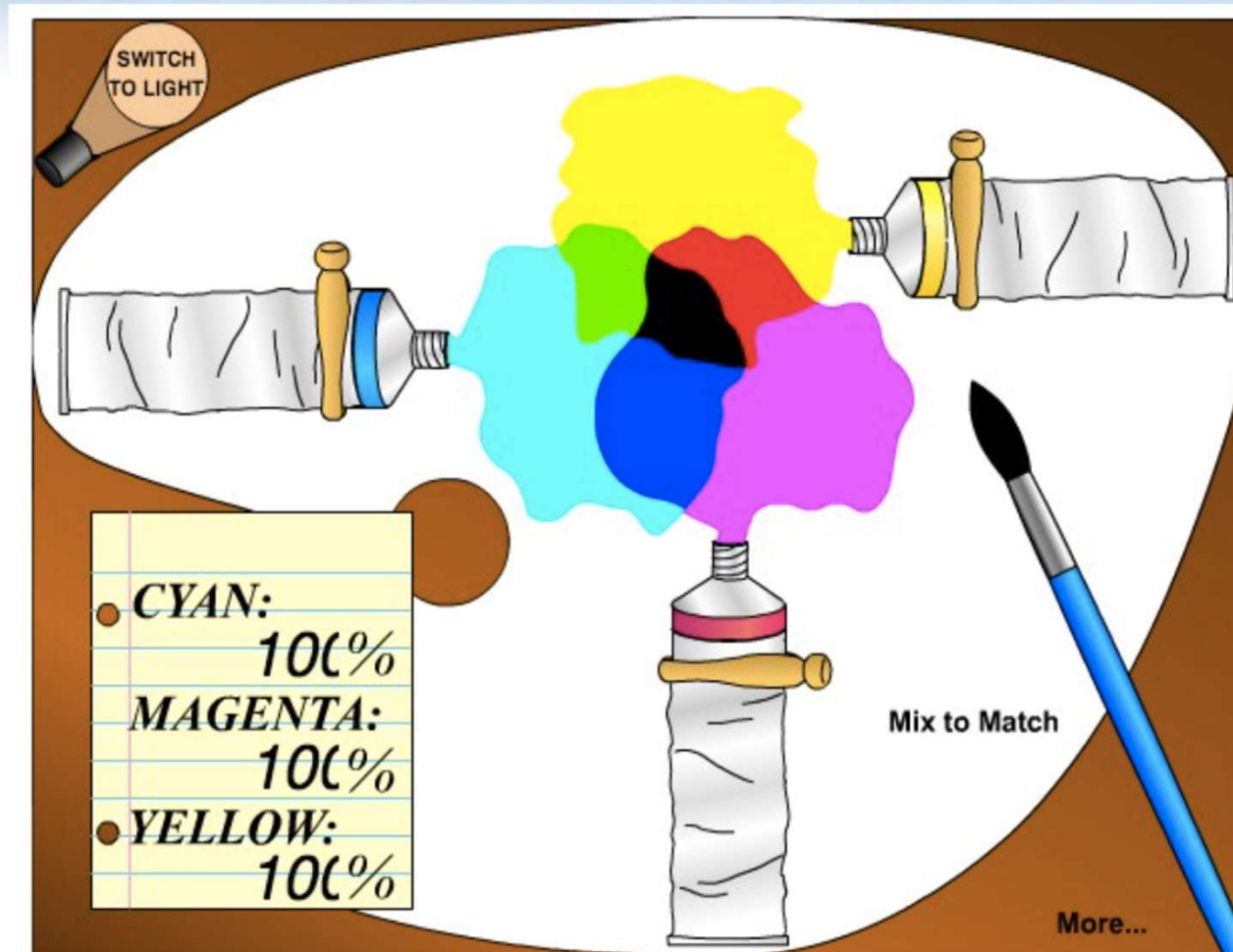
Modelo Aditivo (luz)



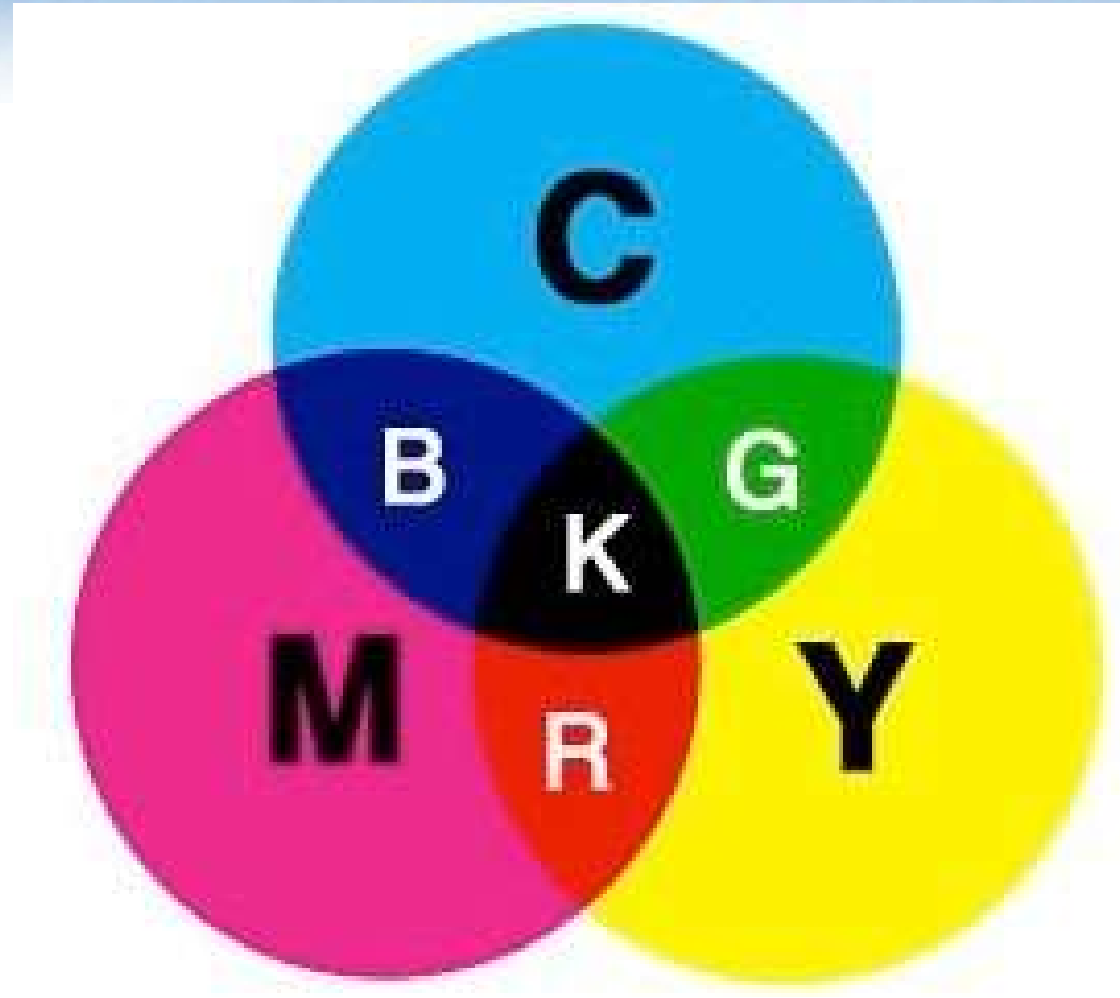
Modelo Aditivo (luz)



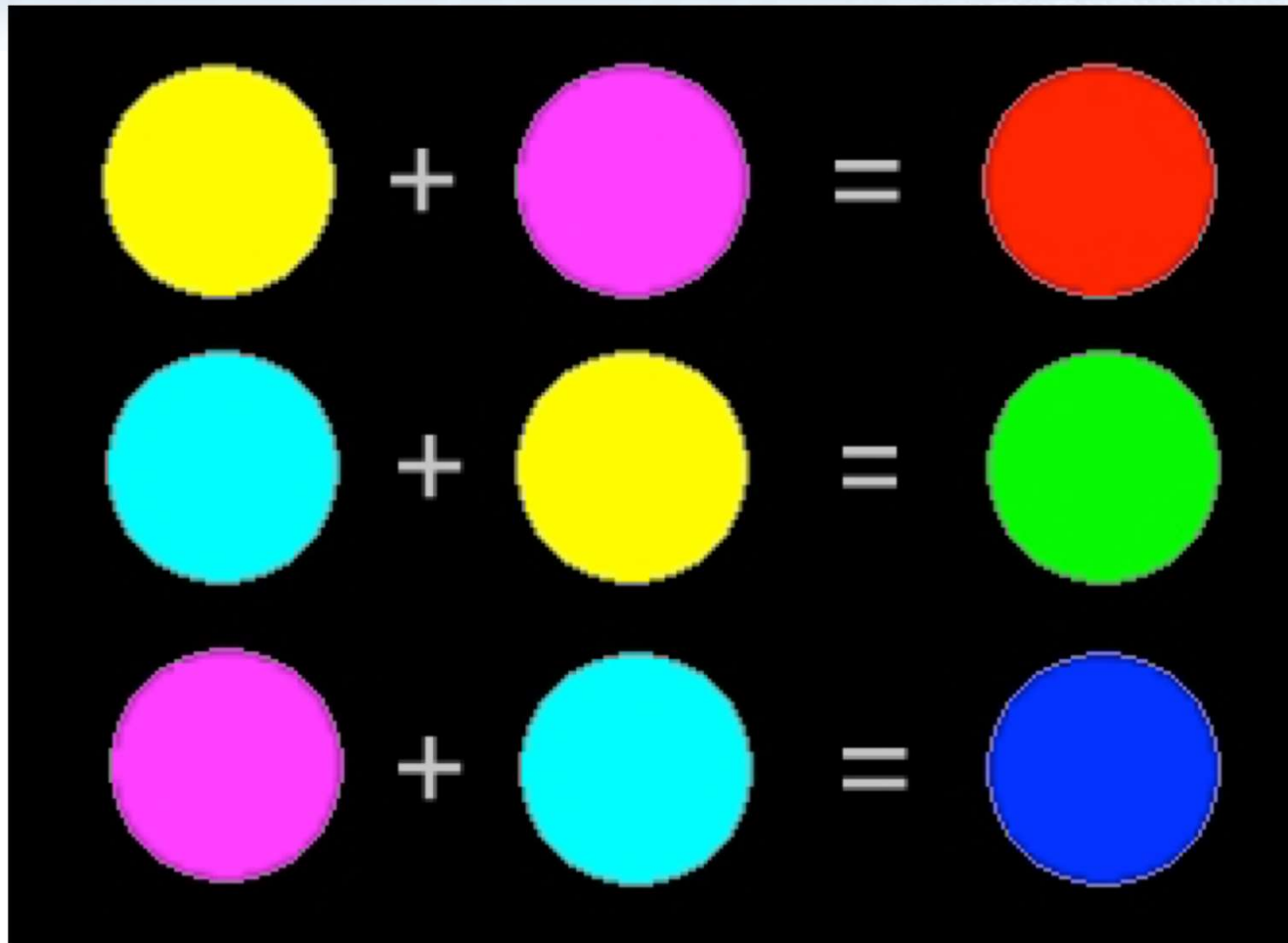
Modelo Subtrativo (tinta)



Modelo Subtrativo (tinta)



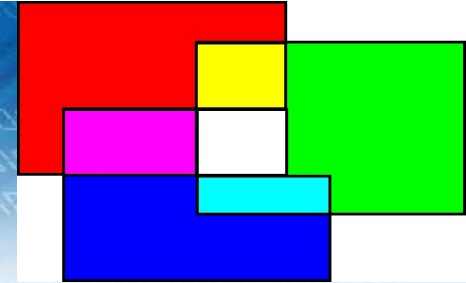
Modelo Subtrativo (tinta)



Modelo de Cores

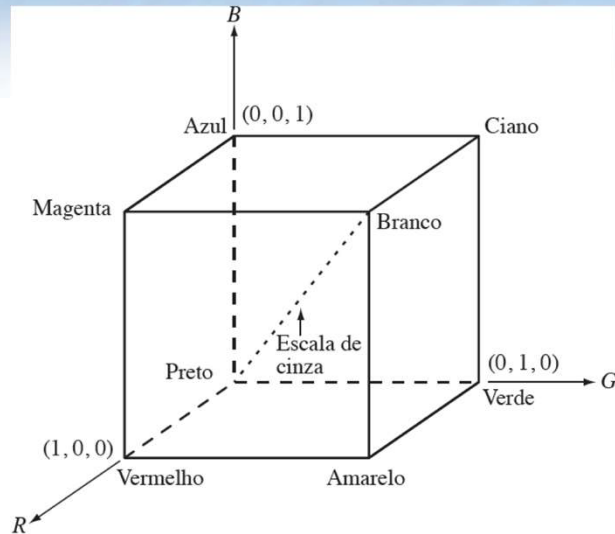
- Modelos de cores são importantes para facilitar a especificação de determinada cor a partir de algum padrão comum (standard);
- Os principais modelos de cores são:
 - RGB
 - CMY e CMYK
 - HSI ou HSV

Modelo RGB



- Representa a cor natural como uma combinação de 3 canais de cor: **RED**, **GREEN** e **BLUE**;
- É um modelo aditivo. As cores são criadas por adição e mistura das cores primárias de luz: **RED**, **GREEN** e **BLUE**;
- Funciona muito à semelhança do olho humano;
- Usados em monitores e scanners;
- Zonas claras denotam elevadas concentrações de tinta ou pigmentação, ao passo que zonas escuras denotam baixas concentrações de tinta;

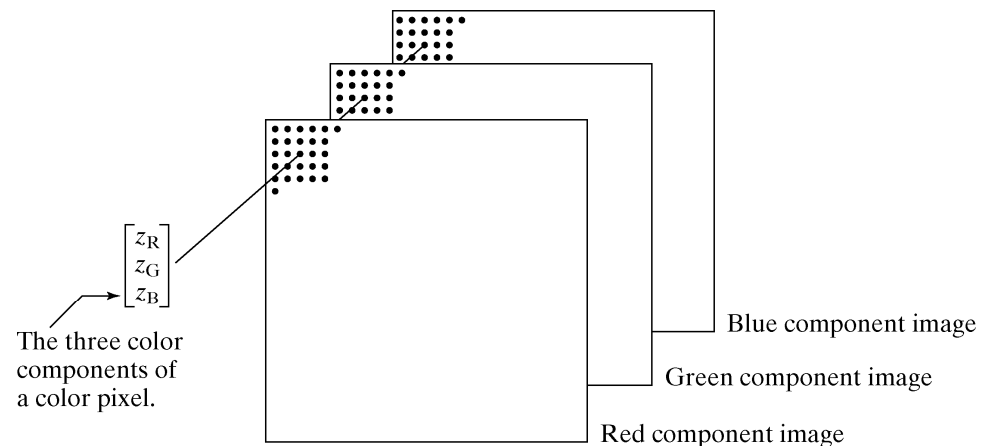
Cubo de cores RGB



- O espaço de cores RGB pode ser identificado dentro de um cubo;
- Nos vértices do cubo estão as cores primárias (Vermelho, Verde, Azul) e as cores secundárias (Ciano, Magenta, Amarelo);
- O Preto está localizado na origem e o Branco na extremidade oposta;
- A diagonal do cubo entre Preto e Branco é a Escala de Cinza.

Imagem RGB

- Uma Imagem colorida RGB é um arranjo de $M \times N \times 3$ pixels onde cada um é uma tripla correspondente às cores **Vermelho** (R), **Verde** (G) e **Azul** (B) em uma localização espacial específica.
- Se cada componente R,G,B possui 8 bits, então a imagem é dita de 24 bits.
- Uma imagem de 8 bits por cor pode gerar 16.777.216 cores diferentes



Exemplo de Canais RGB



Colorida



Vermelho

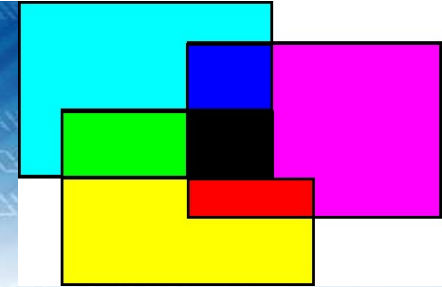


Verde



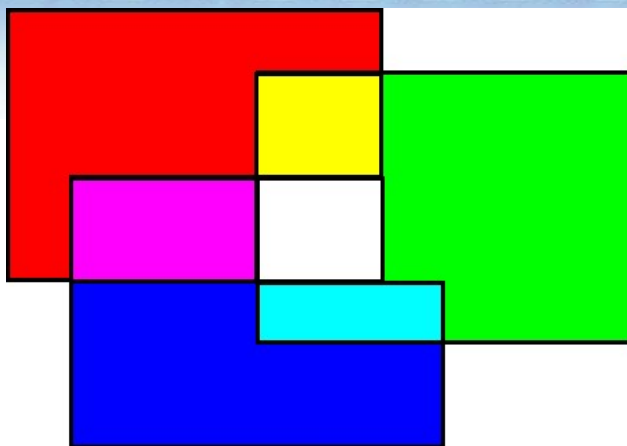
Azul

Modelo CMYK

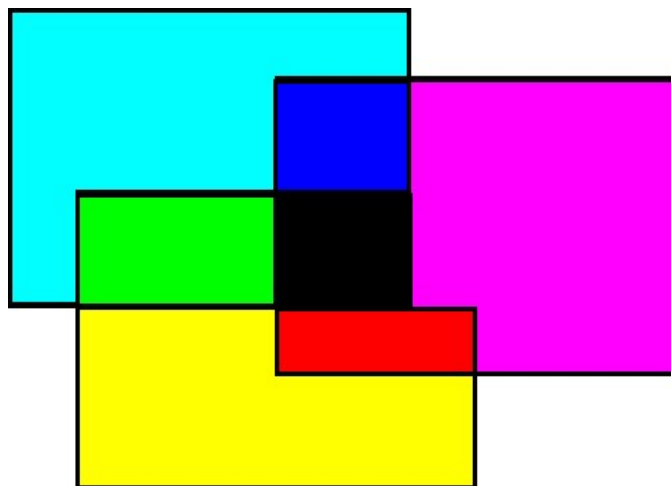


- Emprega 4 canais para criar cor: **CYAN**, **MAGENTA**, **YELLOW** e **BLACK**;
- As cores **CYAN**, **MAGENTA**, **YELLOW** existem na natureza, e a cor **BLACK** indica ausência de cor;
- A cor **BLACK** foi adicionada ao modelo devido às necessidades das indústrias de edição de documentos em papel;
- É utilizado em impressoras.
- É um modelo **subtrativo**: baseia-se na forma como a natureza cria as suas cores, refletindo parte do espectro de luz e absorvendo outras.
- Por exemplo: quando uma superfície com a cor Ciano é iluminada com luz branca, nenhuma luz vermelha é refletida, ou seja, o pigmento Ciano subtrai a luz vermelha da luz branca refletida.
- As zonas em branco indicam inexistência de tinta ou pigmentação. As zonas escuras indicam concentração de tinta

Modelos RGB e CMYK



Azul + Verde = Ciano;
Azul + Vermelho = Magenta;
Verde + Vermelho = Amarelo.

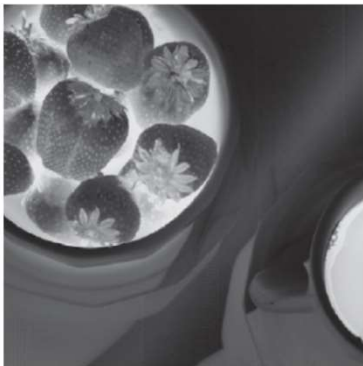


Ciano + Magenta = Azul;
Ciano + Amarelo = Verde;
Magenta + Amarelo = Vermelho.

Exemplo de Canais CMYK



Colorida



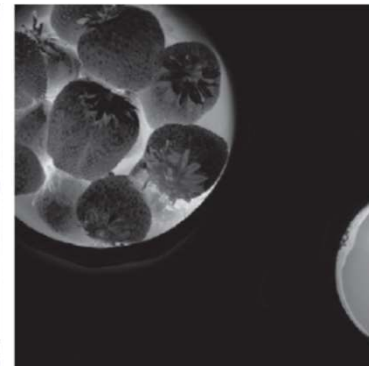
Ciano



Magenta



Amarelo



Preto

Modelos RGB x CMYK



Colorida



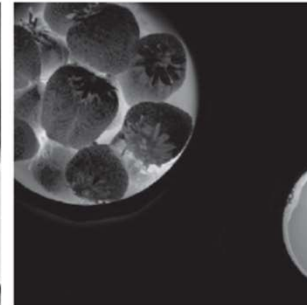
Ciano



Magenta



Amarelo



Preto



Vermelho



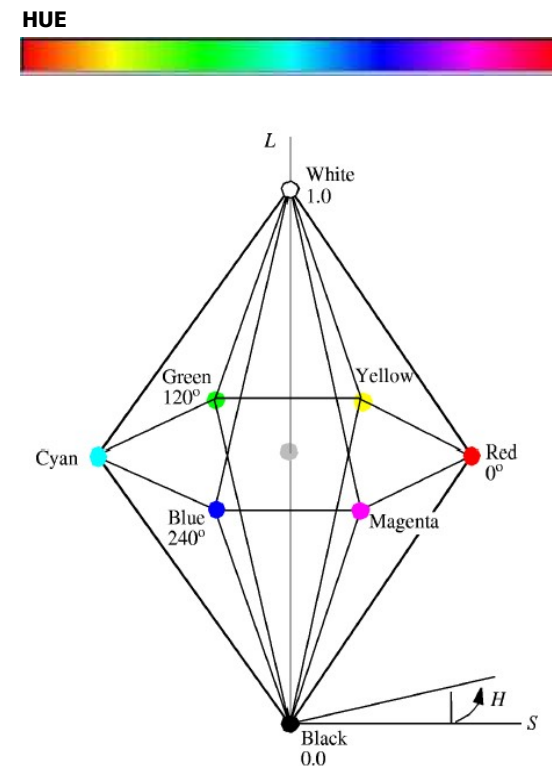
Verde



Azul

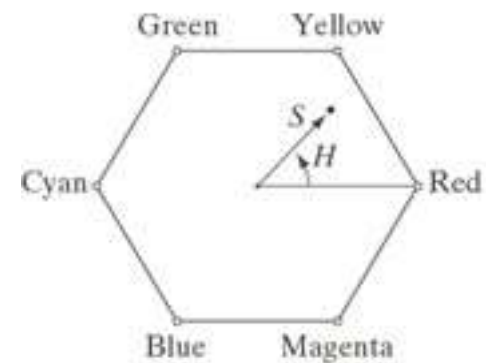
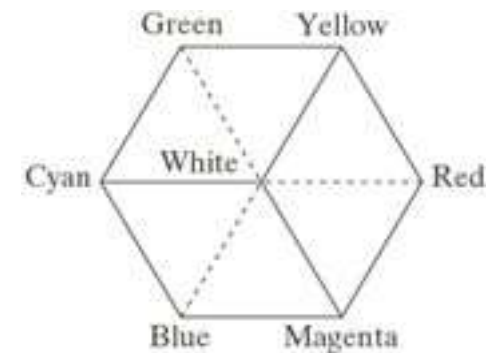
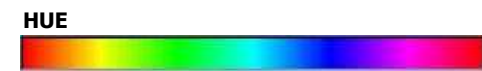
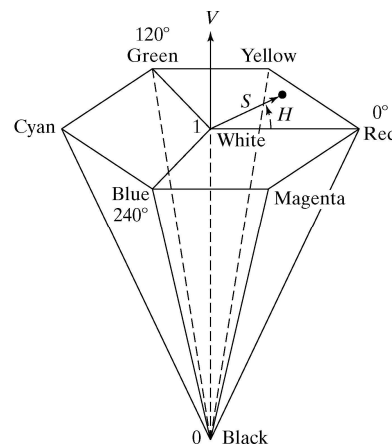
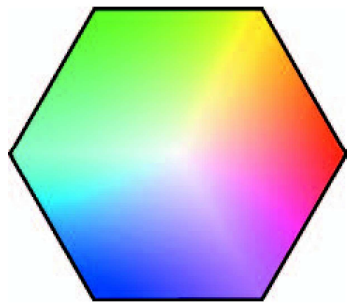
Modelo HSI

- É definida por 3 valores distintos: HUE, SATURATION e INTENSITY
- Baseia-se na percepção humana da cor (cromaticidade e intensidade)
- HUE: É a matiz ou cor pura. O seu valor varia entre 0 (vermelho), passando pelo laranja, amarelo, verde, azul, púrpura, e novamente vermelho.
- SATURATION: Indica a quantidade de luz branca que foi misturada a cor pura. É inversamente proporcional: a cor pura tem saturação máxima, e quanto mais luz branca é adicionada a saturação vai diminuindo;
- INTENSITY: Indica a intensidade monocromática da cor (refletância), ou seja, a intensidade (em níveis de cinza) que a cor foi refletida ou absorvida



Modelo HSI

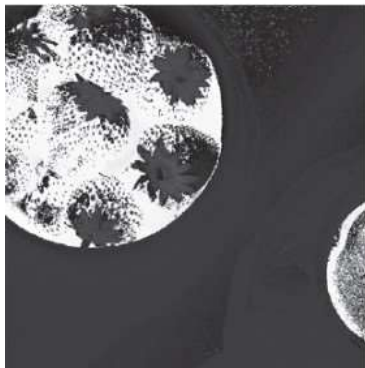
- H é a cor pura e é expresso em ângulo, onde 0° representa a cor vermelha.
- S é a “pureza da cor” e é medida pela distância do eixo. Quanto maior a distância, mais saturada (pura) é a cor e menos luz branca é misturada a ela;
- I é medido ao longo do eixo do cone hexagonal onde $V=0$ é o preto e $V=1$ é o branco (nível de cinza - monocromático)



Exemplo de Canais HSI



Colorida



Matiz



Saturação



Intensidade

Modelo HSI

- HSI é de grande interesse, uma vez que permite separar as componentes de matiz, saturação e intensidade da informação de cor em uma imagem;
- Sua utilização é mais intensa em um sistema de visão artificial, pois suas características tornam-se uma ferramenta ideal para o desenvolvimento de algoritmos de processamento de imagens fortemente baseados no modelo de percepção de cor pelo ser humano.

Modelo HSI

- Exemplo: a equalização do histograma pode ser aplicada à componente **I** de uma imagem colorida sem distorcer as informações de cromaticidade



Conversão de Modelos de Cores

- CMY → RGB

Red = $1 - \text{Cyan}$ ($0 \leq \text{Cyan} \leq 1$)

Green = $1 - \text{Magenta}$ ($0 \leq \text{Magenta} \leq 1$)

Blue = $1 - \text{Yellow}$ ($0 \leq \text{Yellow} \leq 1$)

Conversão de Modelos de Cores

- RGB \rightarrow CMY

Cyan = $1 - \text{Red}$ ($0 \leq \text{Red} \leq 1$)

Magenta = $1 - \text{Green}$ ($0 \leq \text{Green} \leq 1$)

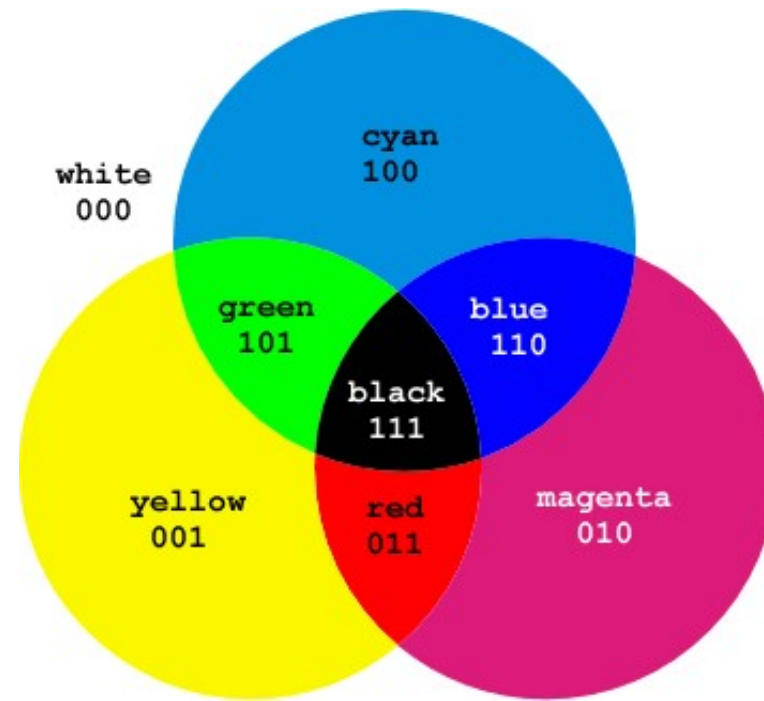
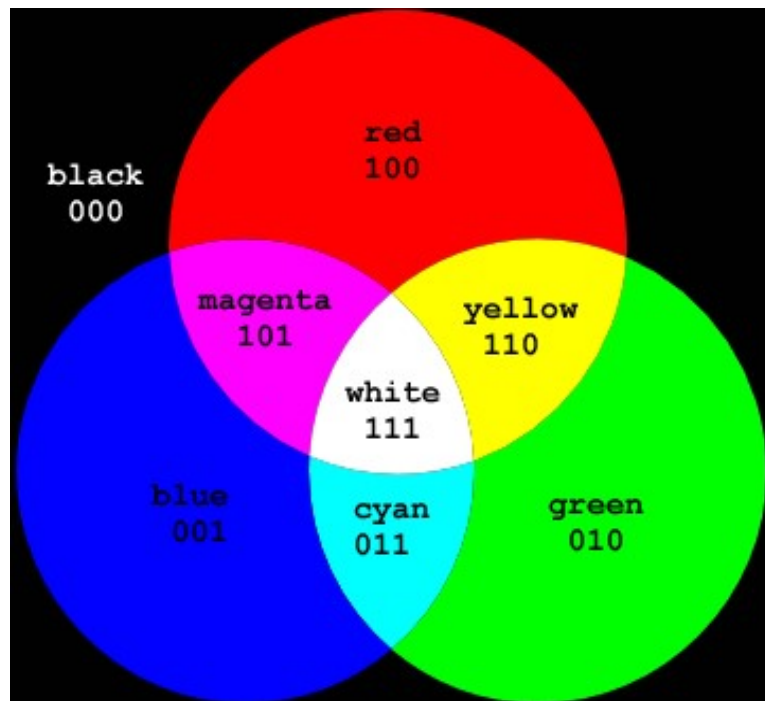
Yellow = $1 - \text{Blue}$ ($0 \leq \text{Blue} \leq 1$)

Conversão de Modelos de Cores

- Conversão entre CMY e RGB

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

Modelos RGB e CMYK





G



B



R



M



C



Y



Conversão de RGB para HSI

- As cores no modelo HSI são definidas sobre os valores normalizados do **vermelho**, **verde** e **azul**
- r, g, b estão no intervalo $[0 - 1]$
- Temos as cores primárias RGB:

$$\blacksquare r = \frac{R}{R+G+B}$$

$$\blacksquare g = \frac{G}{R+G+B}$$

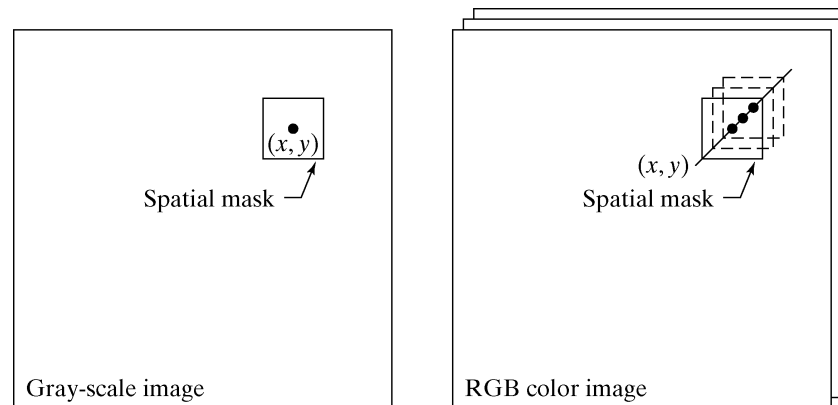
$$\blacksquare b = \frac{B}{R+G+B}$$

Conversão de RGB para HSI

- $I = \frac{1}{3}(r + g + b)$
- $S = 1 - \frac{3}{(r+g+b)} [\min(r, g, b)]$
- $H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(r-g)+(r-b)]}{[(r-g)^2 + (r-b)(g-b)]^{1/2}} \right\}$

Processamento de Imagens Coloridas

- Pode ser dividido em três áreas principais:
 - 1) Transformações de cores (Mapeamento de cores);
 - 2) Processamento espacial dos planos individuais de cores;
 - 3) Processamento do Vetor de cores.



Processamento de imagens colorida

- Se não há a necessidade de modificar as cores, deve-se aplicar a mesma técnica de processamento nos três canais RGB, igualmente;
- No sistema HSI, basta aplicar o processamento apenas no canal I.

Processamento de Imagens Coloridas

- Suavização de imagem com uma máscara de média de vizinhança 5x5



Resultado do processamento de cada componente RGB



Resultado do processamento do componente de intensidade HSI e conversão para RGB



Diferença entre os dois resultados

Processamento de Imagens Coloridas

- Nitidez de imagem com filtro de aguçamento



Resultado do processamento de cada componente RGB



Resultado do processamento do componente de intensidade HSI e conversão para RGB



Diferença entre os dois resultados

Processamento de Imagens Coloridas

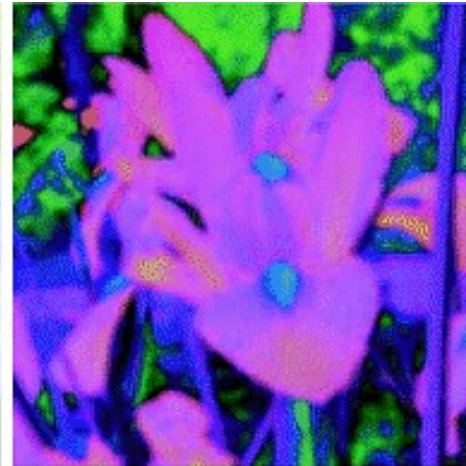
- Suavização de imagem



Imagem RGB suavizada
obtida por suavização dos
componentes r, g e b
separadamente



Resultado da suavização
apenas do componente de
intensidade HSI



Resultado da suavização de
todos os três componentes
HSI igualmente

Material elaborado por:

Prof. Dr. Bruno R. N. Matheus

bruno.matheus@gmail.com

Prof. Dr. Fernando Kakugawa

fernando.kakugawa@animaeducacao.com.br

