

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PDI – Aula 5

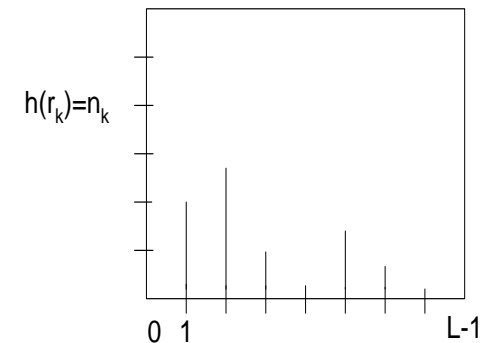
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Escola Agrícola de Jundiaí
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Profa. Alessandra Mendes

A vertical blue bar is located on the left side of the slide, partially enclosed by a thin white rectangular border.

Histograma

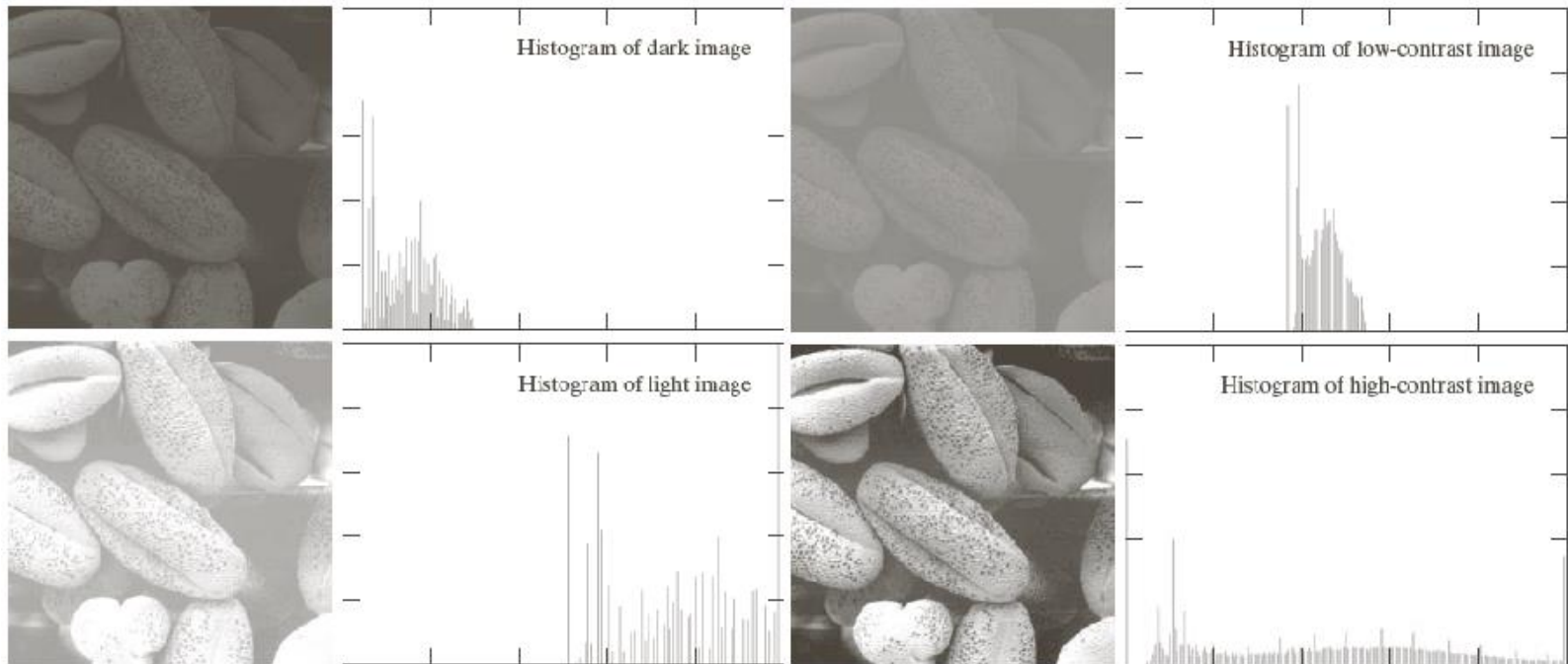
Processamento de Histograma

- ▶ O histograma de uma imagem digital com níveis de intensidade no intervalo $[0, L-1]$ é uma função discreta $h(r_k) = n_k$, onde r_k é o k -ésimo valor de intensidade e n_k é o número de pixels na imagem com intensidade r_k .
 - ▶ Aprimoramento da imagem
 - ▶ Informações estatísticas importantes em compressão
 - ▶ Segmentação
- ▶ Histograma normalizado: dividir cada um dos componentes pelo número total de pixels da imagem, denotado por MN , tal que $p(r_k) = n_k / MN$, para $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$.



Processamento de Histograma

- ▶ Exemplos de imagens e seus respectivos histogramas:



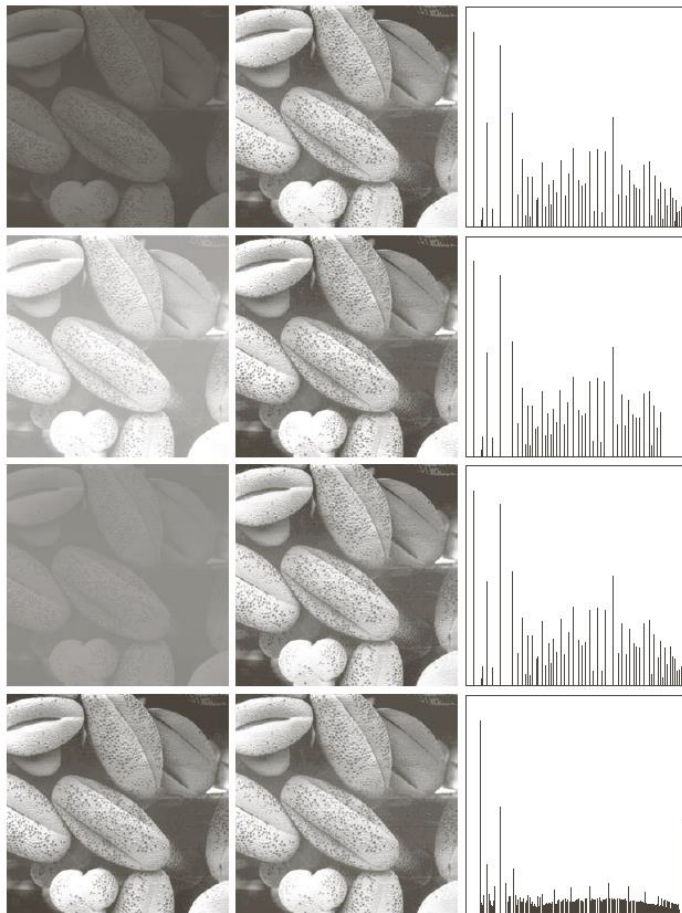
Quatro tipos básicos de imagem: escuro, claro, baixo contraste, alto contraste, e seus histogramas correspondentes.

Processamento de Histograma

- ▶ Equalização de histogramas:
 - ▶ A equalização de histograma ou linearização de histograma consiste numa transformação $T(r_k)$ em que a imagem original resulte numa imagem onde os níveis de intensidade são uniformemente distribuídos .
 - ▶ É aplicada uma transformação de intensidade $s = T(r)$, onde $0 \leq r \leq L - 1$, tal que a função densidade probabilidade (PDF) de $p_s(s)$ é (aproximadamente) constante.

Processamento de Histograma

► Equalização de histogramas:



Coluna a esquerda:
imagens
da Fig. 3.16.

Coluna central:
imagens com
equalização de
histograma

Coluna direita:
histogramas
das imagens da coluna
central.

Processamento de Imagens Coloridas

Percepção de Cores

- ▶ No olho, as imagens são formadas sobre a retina, numa área sensível à luz localizada no fundo do olho. Na retina estão localizados dois tipos de células fotoreceptoras: os **bastonetes** e os **cones**.
- ▶ **Os bastonetes** distinguem a presença e a ausência de luz ou tons intermediários – **são sensíveis a brilho**;
- ▶ **Os cones percebem as cores**. Existem três tipos de cones no olho e cada tipo é capaz de distinguir uma cor: vermelho, verde e azul. Por isso é comum modelar as cores por meio da combinação dos componentes vermelho (R, red), verde (G, green) e azul (B, blue).

Percepção de Cores

- ▶ Intensidade – luz acromática



Percepção de Cores

- ▶ Cor – luz cromática



Processamento de Imagens Coloridas

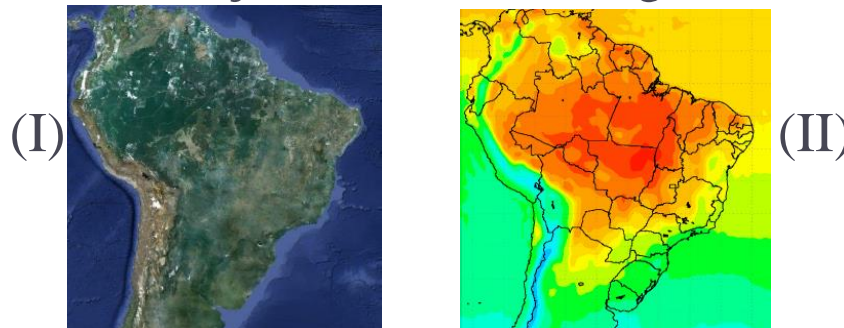
▶ Motivação

- ▶ A cor é um **descriptor** 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, consegue **distinguir mais de 1000 cores** diferentes.

▶ Áreas:

1) Imagens coloridas (adquiridas com sensores full-color): TV, scanner colorido;

II) Pseudocores: atribuição de cores a imagens monocromáticas.



Processamento de Imagens Coloridas

▶ **Brilho, matiz, saturação e cromaticidade**

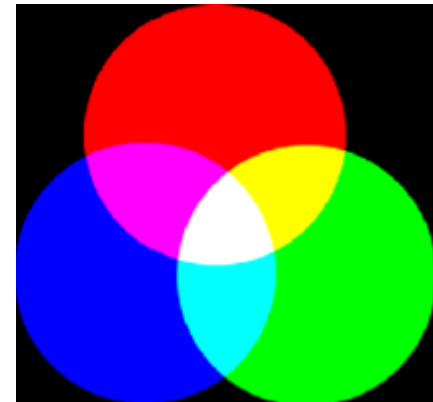
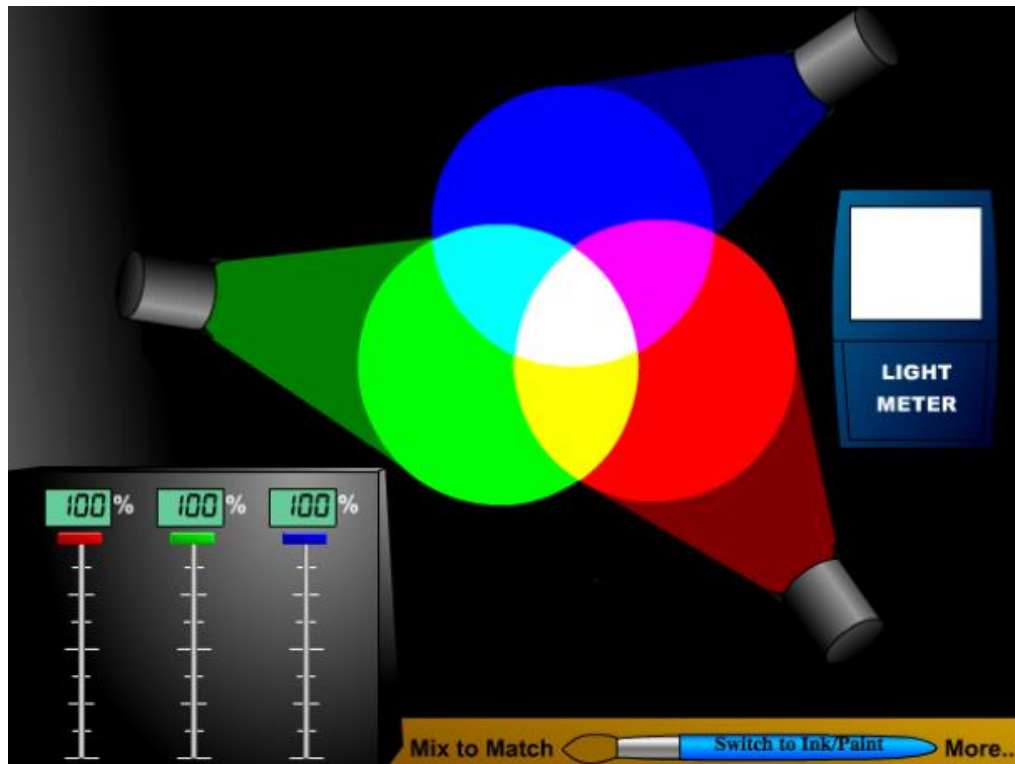
- ▶ O Brilho refere-se a intensidade da luz;
- ▶ A Tonalidade ou Matiz refere-se à cor pura, ou seja, relativa ao comprimento de onda da luz;
- ▶ A Saturação ou Pureza refere-se à quantidade em que a cor pura é diluída na luz branca;
- ▶ A Cromaticidade é a informação de matiz e saturação juntas.

▶ **Espaço e modelo de cores**

- ▶ O universo de cores que pode ser reproduzido por um sistema é chamado de espaço de cores (*color space* ou *color gamut*);
- ▶ Um espaço de cores pode ser definido como uma representação visual de um modelo de cores.
 - ▶ Modelos aditivo e subtrativo

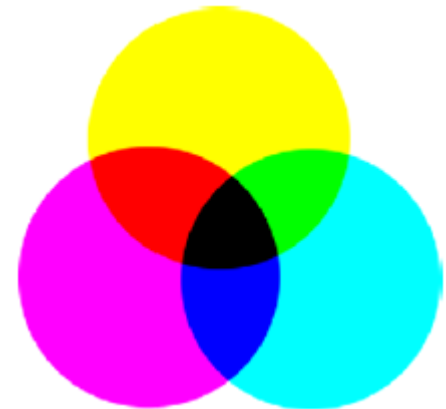
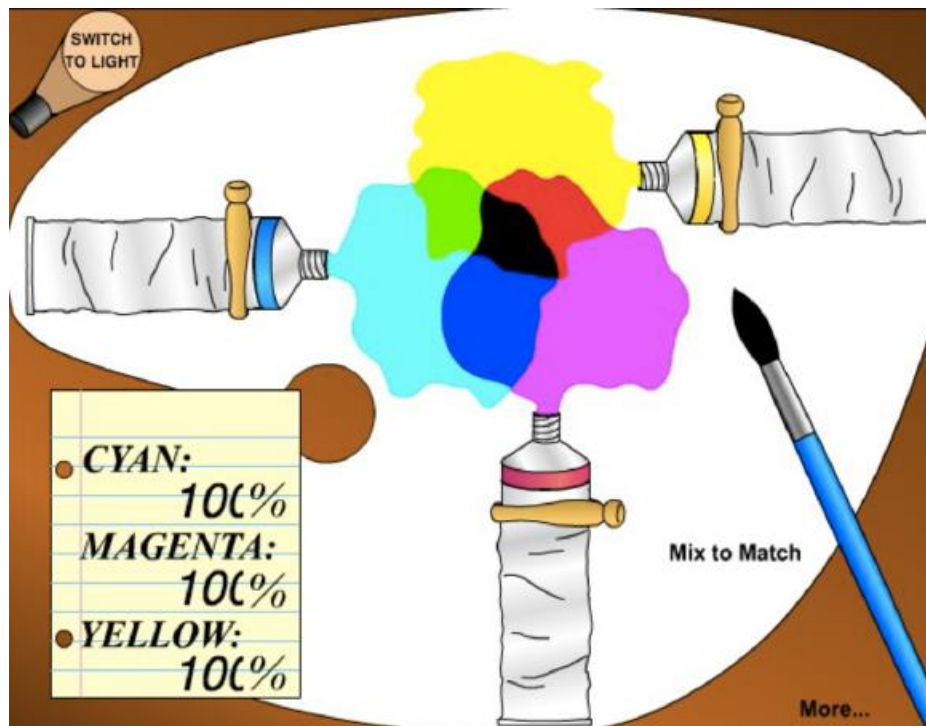
Modelo Aditivo - Luz

- ▶ A adição de luz em diferentes comprimentos de onda gera a mistura.
- ▶ Quanto mais luz, mais clara a cor.



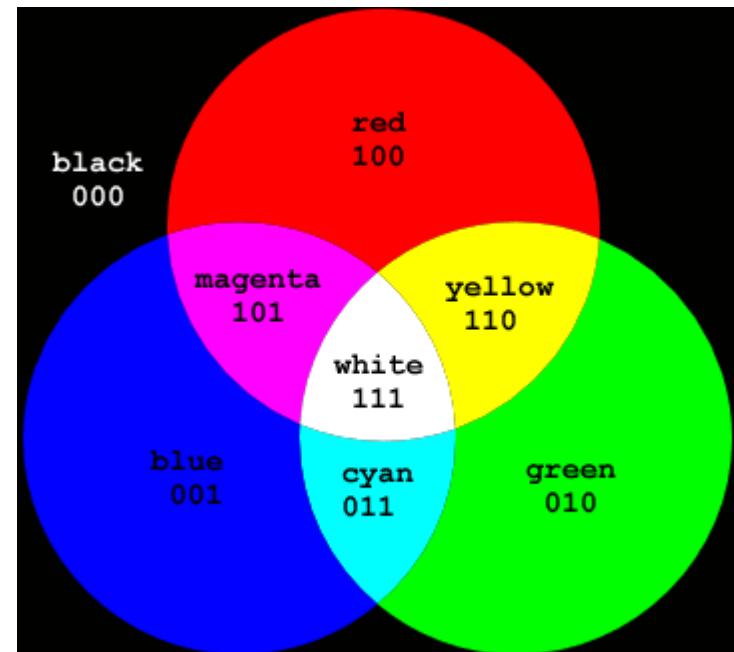
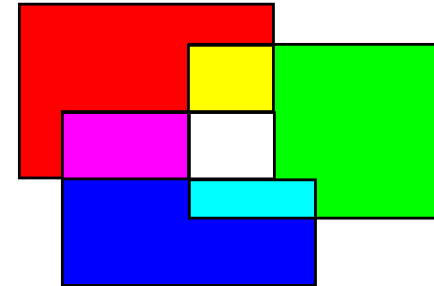
Modelo Subtrativo - Tinta

- ▶ Usado para pigmentos (tinta, lápis, etc.) que absorvem certos comprimentos de onda do espectro.
- ▶ Quanto mais pigmento, mais escura a cor.



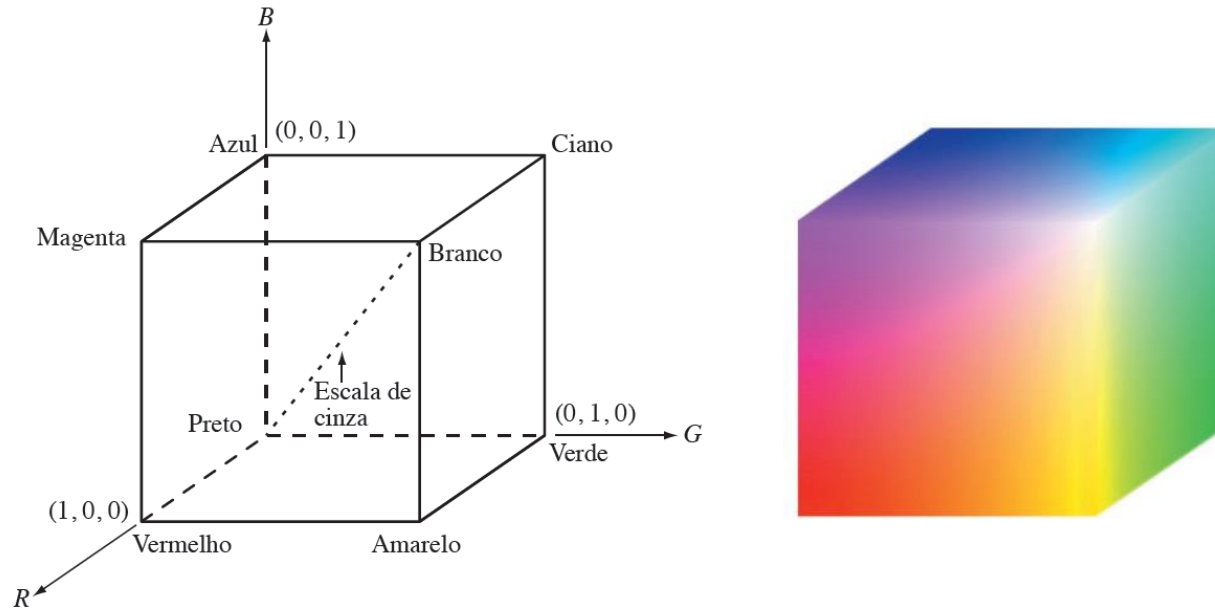
Modelo de Cores RGB

- ▶ Amplamente conhecido e utilizado, **representa a cor natural como uma combinação de 3 canais de cores**: Red, Green e Blue;
- ▶ É um **modelo aditivo**, ou seja, as cores são criadas por adição e mistura das cores primárias de luz;
- ▶ Funciona semelhante ao olho humano;
- ▶ É usados em monitores e scanners.



Modelo 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**.

Modelo de Cores RGB

► Exemplo de canais RGB:



Colorida



Vermelho



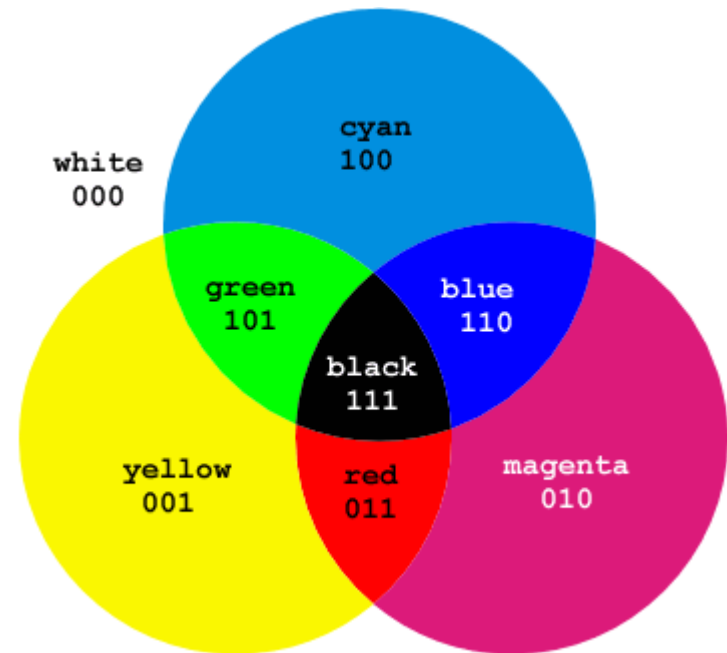
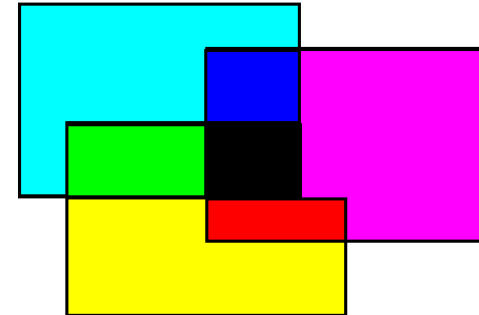
Verde



Azul

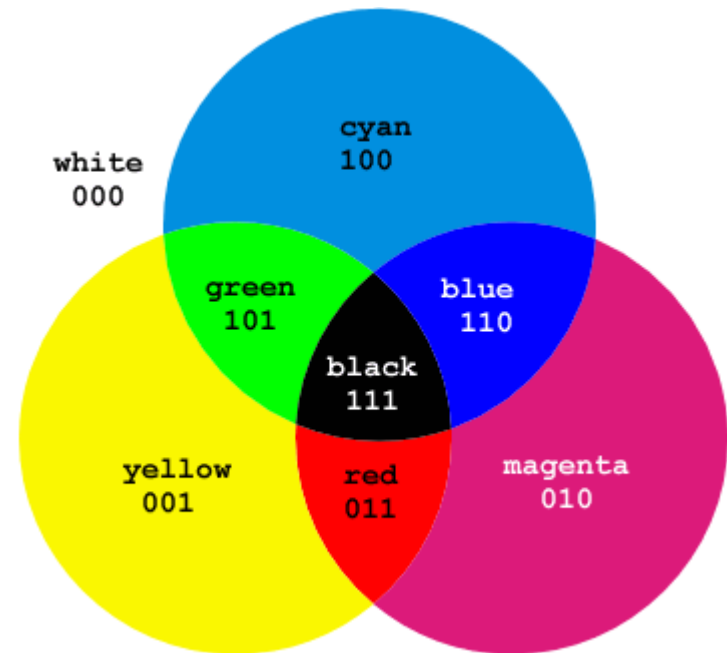
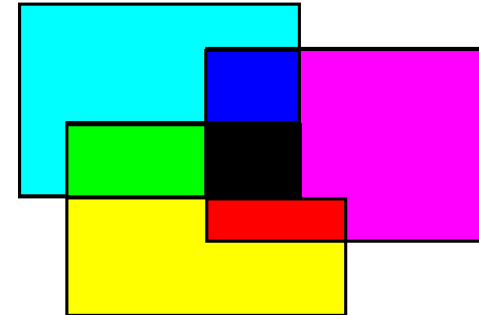
Modelo de Cores CMYK

- ▶ É um **modelo subtrativo**, ou seja, baseia-se na forma como a natureza cria as suas cores, refletindo parte do espectro de luz e absorvendo outras.
- ▶ Ex.: quando uma superfície com a cor Ciano é iluminada com luz branca, nenhuma luz vermelha é refletida (o Ciano subtrai a luz vermelha da luz branca refletida).
- ▶ As zonas **brancas** indicam **inexistência** de tinta ou pigmentação e as **escuras** indicam **concentração** de tinta.



Modelo de Cores CMYK

- ▶ Emprega 4 canais para criar a cor: Cyan, Magenta, Yellow e Black;
- ▶ As cores Cyan, Magenta, Yellow existem na natureza e a cor Black foi adicionada ao modelo devido às necessidades das indústrias de edição de documentos em papel;
- ▶ É utilizado em impressoras.

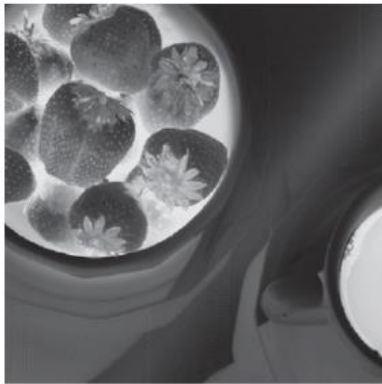


Modelo de Cores CMYK

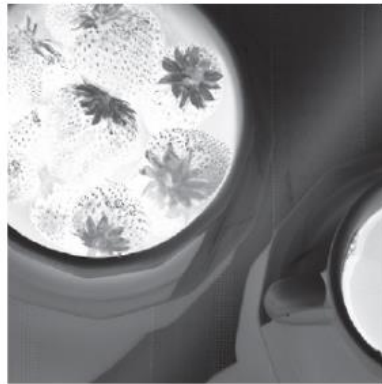
► Exemplo de canais CMYK:



Colorida



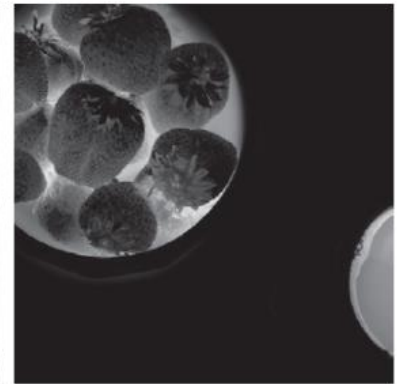
Ciano



Magenta



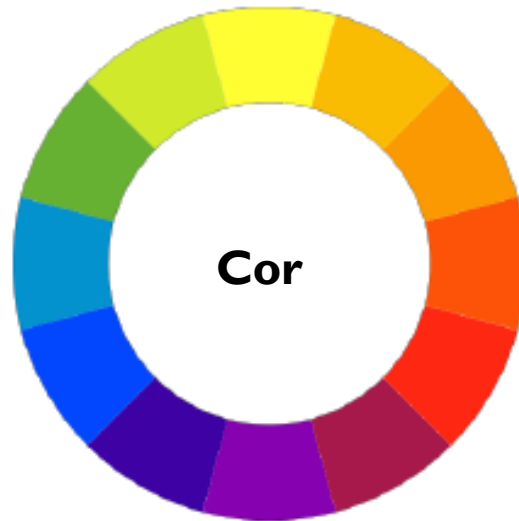
Amarelo



Preto

Modelo de Cores HSV

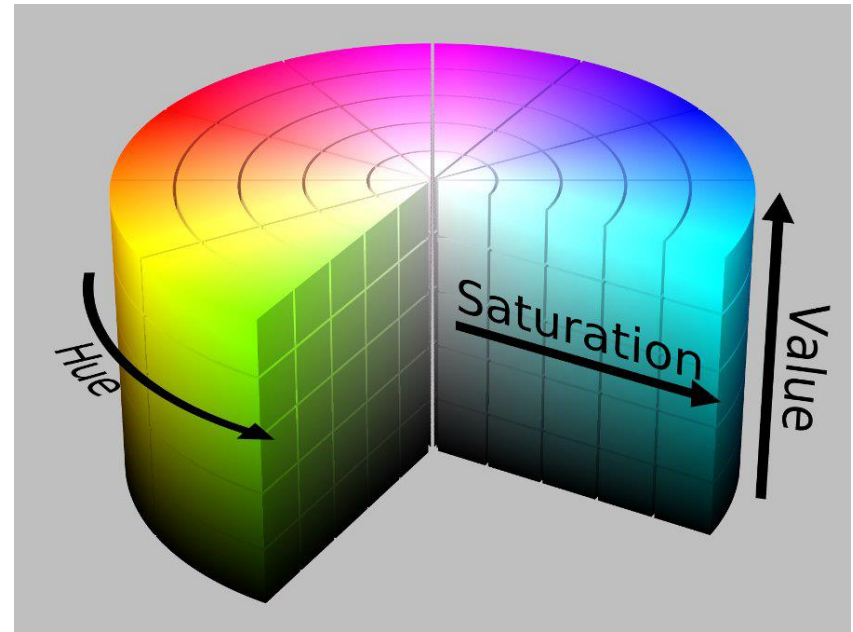
- ▶ Se fosse possível definir **um canal de cor** (0-255) de forma que cada valor significasse o **tom**, **matiz** ou **componente cromático** de uma determinada cor, teríamos algo como o círculo abaixo, que inicia em 0 e faz a volta até 255.



- ▶ Nesse círculo, **cores opostas são chamadas complementares**: sua mistura gera um tom de cinza.

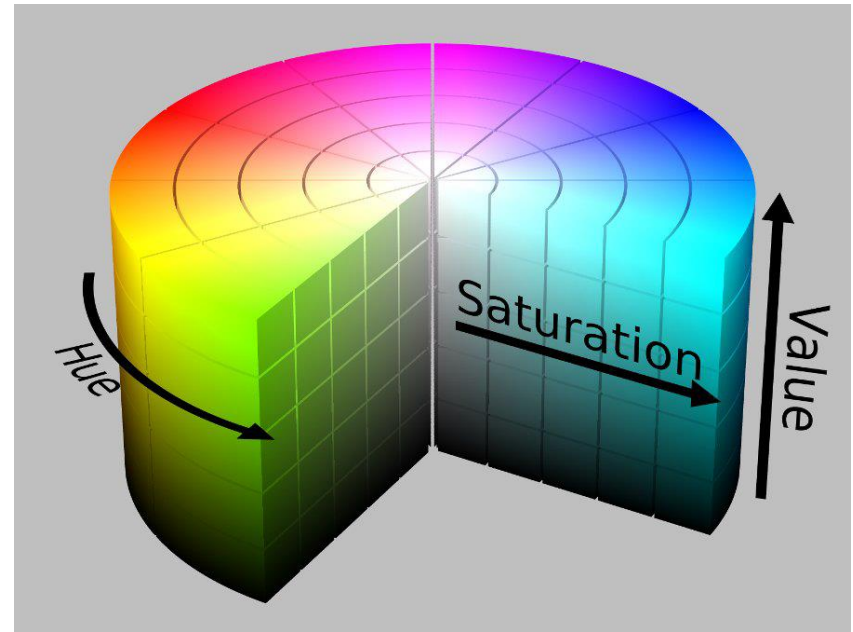
Modelo de Cores HSV

- ▶ Além do tom ou matiz, para gerar as **misturas** dois outros canais de cor são definidos: **saturação** e **brilho**.
- ▶ **Hue** (tom ou matiz): define a cor pura ou a posição no círculo. O seu valor varia entre 0 (vermelho), passando pelo laranja, amarelo, verde, azul, púrpura, e novamente vermelho.



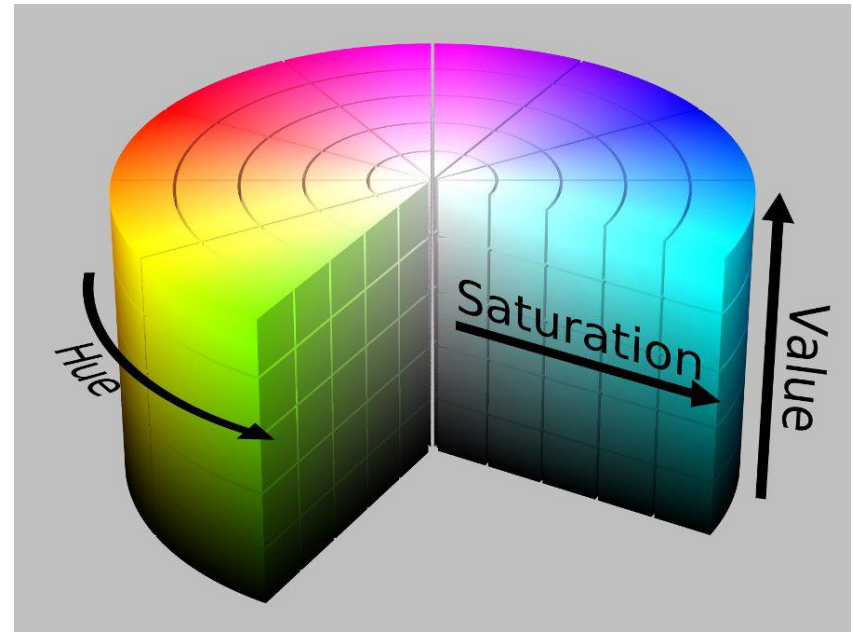
Modelo de Cores HSV

- ▶ Além do tom ou matiz, para gerar as **misturas** dois outros canais de cor são definidos: **saturação** e **brilho**.
- ▶ **Saturation** (saturação): indica a quantidade de luz branca que foi misturada a cor pura. É inversamente proporcional, ou seja, a cor pura tem saturação máxima e quanto mais luz branca é adicionada a saturação vai diminuindo.



Modelo de Cores HSV

- ▶ Além do tom ou matiz, para gerar as **misturas** dois outros canais de cor são definidos: **saturação** e **brilho**.
- ▶ **Value** (valor ou brilho): define a quantidade de luz na mistura. Quanto mais luz, mais clara a cor (na ausência de brilho, a imagem é toda preta).

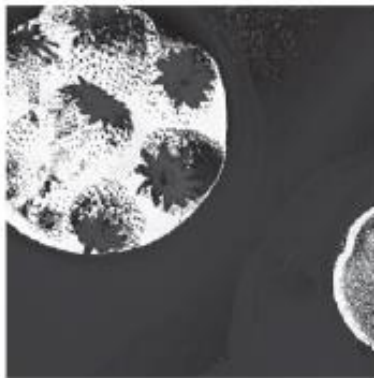


Modelo de Cores HSV

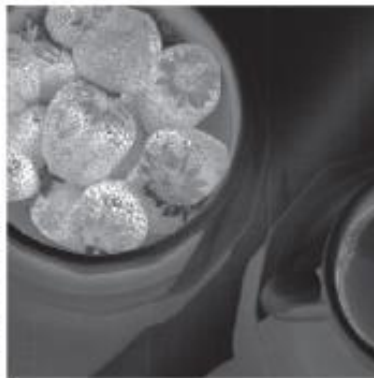
► Exemplo de canais HSV:



Colorida



Matiz



Saturação



Valor

Modelo de Cor Indexada - Pseudocores

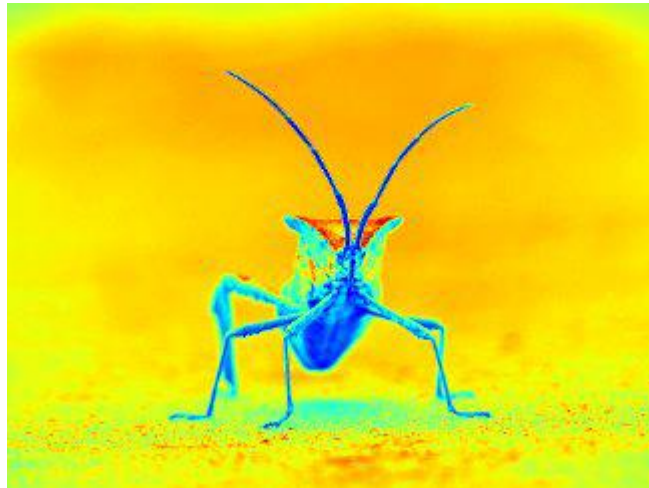
- ▶ É um **submodelo RGB** onde as **cores** de cada imagem são armazenadas numa **paleta** (palette).
- ▶ Em algumas aplicações, **a resposta obtida pelo(s) sensor(es) são números não necessariamente relacionados à intensidade, luz ou cor**. Nesses casos, para visualizar a imagem em cores é preciso atribuir determinadas cores à valores da matriz de origem. Exemplos:
 - ▶ Na previsão do tempo, o mapa é sobreposto por cores relativas à temperatura estimada para aquela região (variação -89.2° e $+62.5^{\circ}$);
 - ▶ Em sistemas de raios-X para segurança, a resposta de determinadas energias é realçada com cores específicas para detectar armas, explosivos, e objetos perigosos.

Modelo de Cor Indexada - Pseudocores

- ▶ Diversas técnicas são possíveis para atribuir pseudocores.
- ▶ Uma bastante comum é utilizar fatiamento de intensidades, substituindo cada intensidade por um matiz (assim como no círculo de matizes, do sistema HSV).



Intensidades



Pseudocores

Processamento de Imagens Coloridas

- ▶ O processamento de imagens coloridas pode ser feito **separadamente** para cada canal RGB, ou então feita a **conversão** para algum sistema de cores.
- ▶ Se não há a necessidade de modificar as cores, deve-se aplicar a mesma técnica de processamento nos três canais RGB, igualmente.
- ▶ No sistema HSV, é possível processar, por exemplo, apenas o brilho no canal V.
 - ▶ Os resultados são melhores, em geral, porque processamos separadamente os componentes de luminância e crominância da imagem.

Processamento de Imagens Coloridas

- ▶ Técnicas de processamento de imagens coloridas:
 - ▶ **Transformação de cores** – trabalha com o processamento dos pixels de cada plano de cor baseando-se apenas em seus valores
 - ▶ **Filtragem espacial usando planos de cores individuais** – trabalha com filtragem espacial (baseando-se na vizinhança) de planos de cores individuais.
- ▶ Exemplo: redução de ruído pela média:

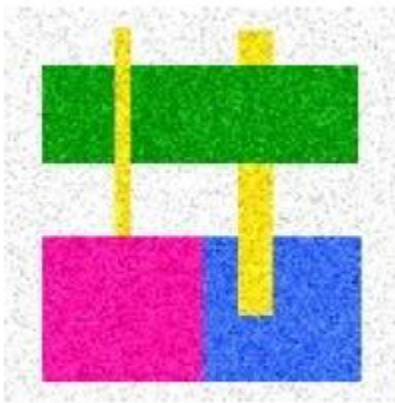
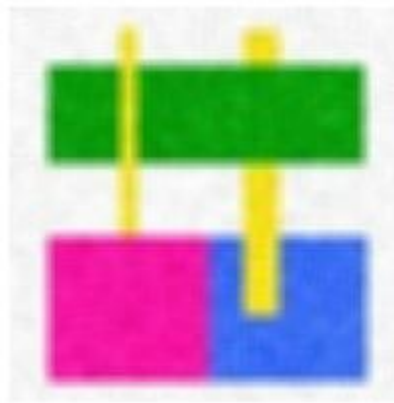
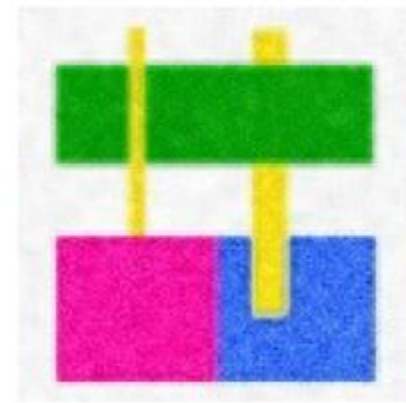


Imagem ruidosa



Filtragem dos canais RGB



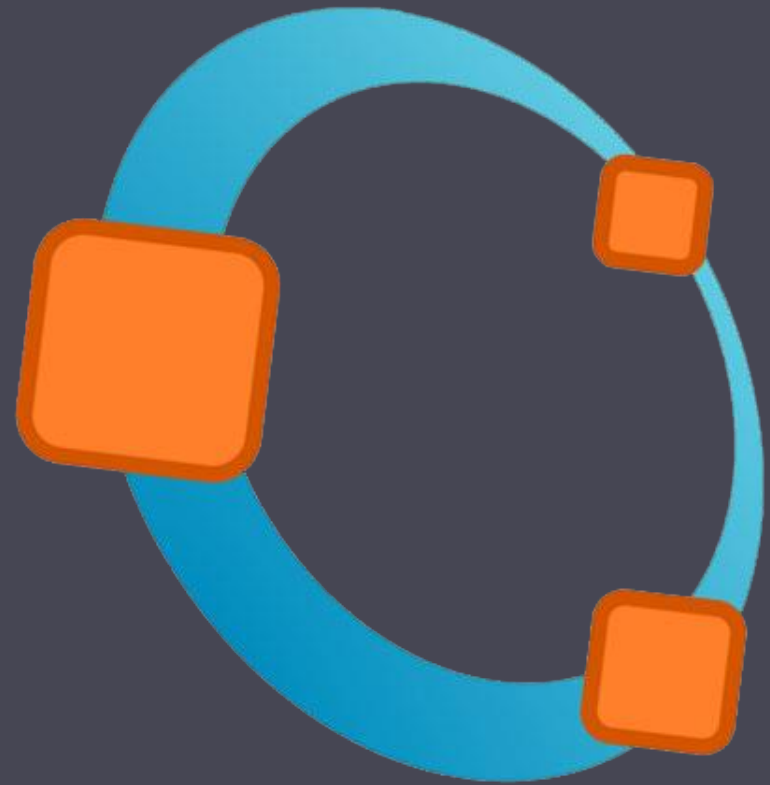
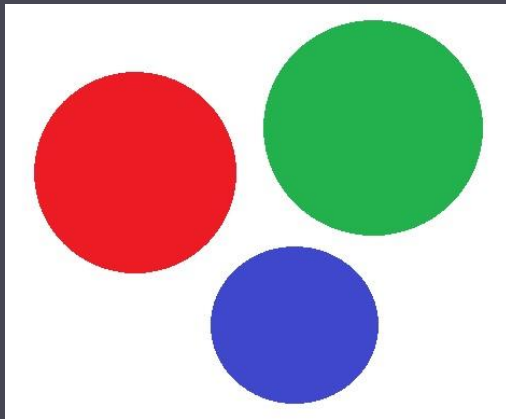
Filtragem do canal V

Testando o conhecimento

Análise de histogramas e
separação/manipulação de canais
de cores RGB

Imagem bolas.jpg

- Retirar bolas vermelha e azul
- Pintar de amarelo bola verde.

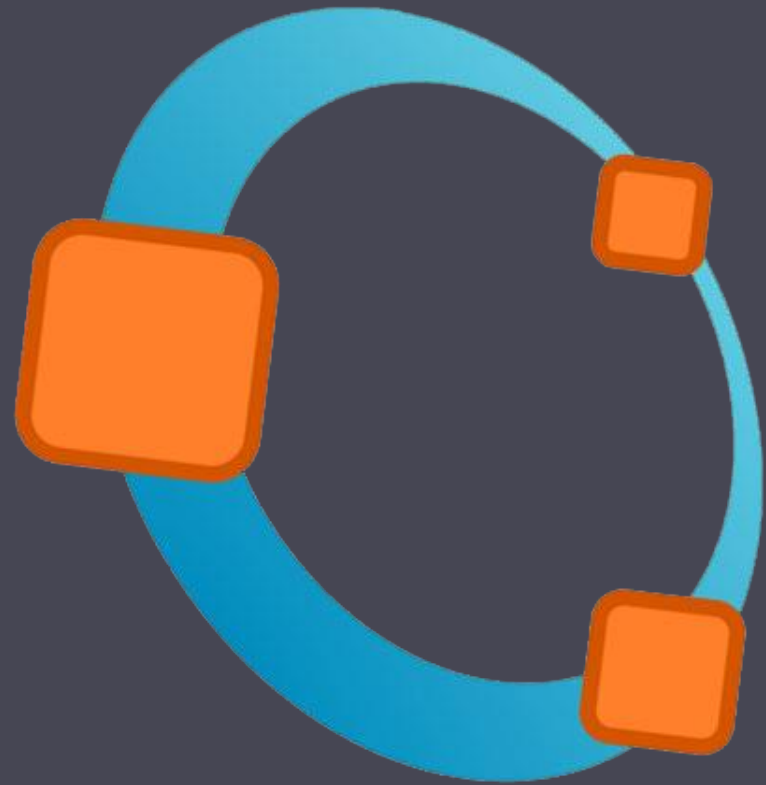


Disponível no SIGAA

PRÁTICA 6

Limiarização por cor

**Limiarização por corte
do histograma.**



Disponível no SIGAA