

PROCESSAMENTO DE IMAGENS APLICADO A AGROINDUSTRIA

Pedro Luiz de Paula Filho

A disciplina

2

□ Ementa

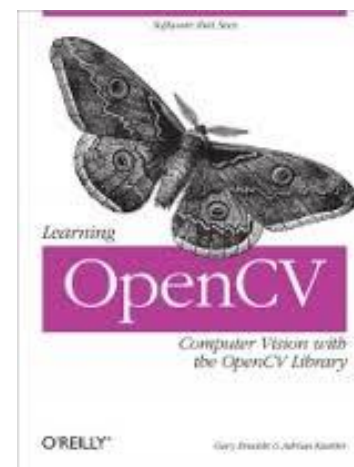
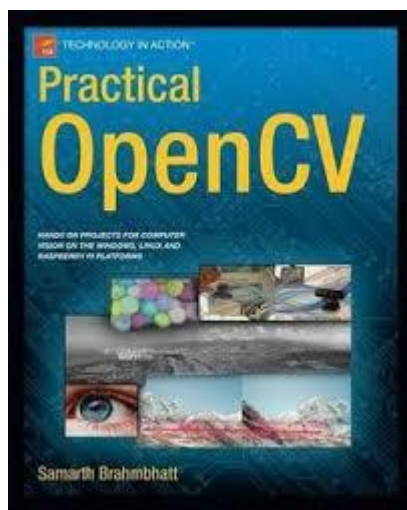
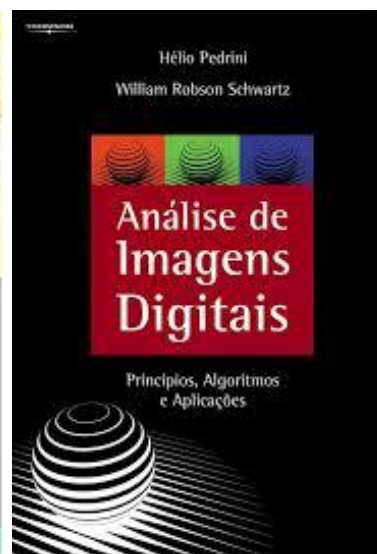
- ▣ Fundamentos de Processamento de Imagens. Áreas de Aplicação. Formação de Imagens. Amostragem e Quantização. Técnicas de Melhoria de Imagens. Segmentação de Imagens. Representação e Descrição. Aplicação do Processamento de Imagens para casos reais do agronegócio.

- Carga horária → 45 h/a

A disciplina

3

□ Bibliografia



Objetivo

4

- Introdução ao Processamento de Imagens
- Canais de cor

Recursos

5

- ImageJ (free)

- ▣ Disponível em: <http://rsb.info.nih.gov/ij/index.html>

- RoboRealm (trial)

- ▣ Disponível em: <http://www.roborealm.com/index.php>

Recursos

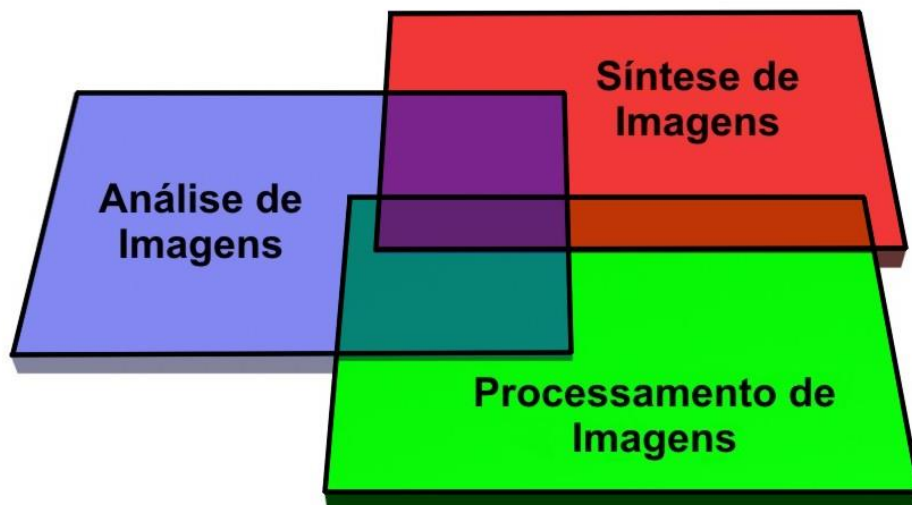
6

□ Conversores2

- Ferramenta que demonstra canais de cores
- Desenvolvido para material de aula

Computação Gráfica

7



Criação das imagens,
representações visuais.

Dados -> Imagens

Melhoria das Imagens,
transformações, realce, ...

Imagens -> Imagens

Obtenção de características
a partir da imagem

Imagens -> Dados

Imagem Digital

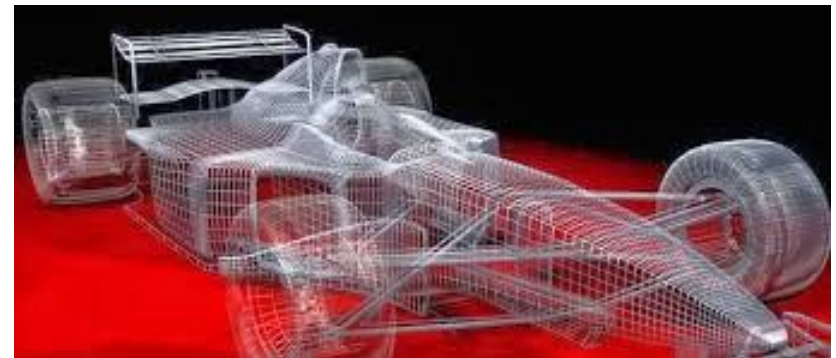
8

- Representação de uma imagem em uma região discreta.
- Limitada através de um conjunto finito de valores inteiros que representam cada um dos seus pontos.
- Unidimensional, bidimensional ou tridimensional.
- Binária, monocromática, multibanda ou colorida.
- Vetorial ou matricial.

Síntese de Imagens

9

- ❑ Criação de imagens por computador.
- ❑ Transforma dados em imagens
- ❑ Podem ser consideradas na forma vetorial ou matricial.
- ❑ Pode usar técnicas de inteligência artificial que inserem objetos reais e modelos de textura nos objetos e cenas geradas.



Processamento de Imagens

10

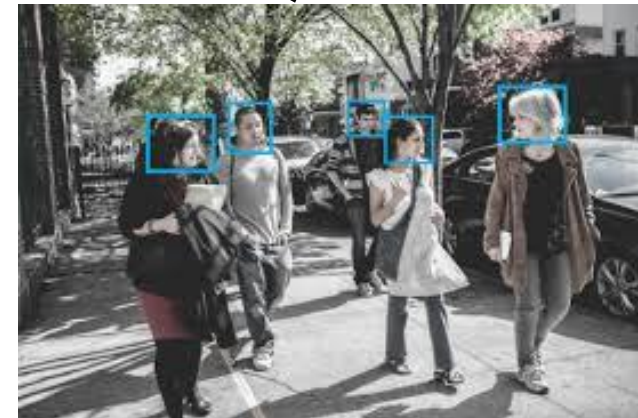
- ❑ Manipulação de imagens.
- ❑ As imagens são tanto dados de entrada como de saída
- ❑ Rearranjo dos pontos ou *pixels* (*picture element*) da imagem.
- ❑ Exemplos: diminuição de ruídos, realce de imagem, restauração de imagens, etc.



Visão Computacional

11

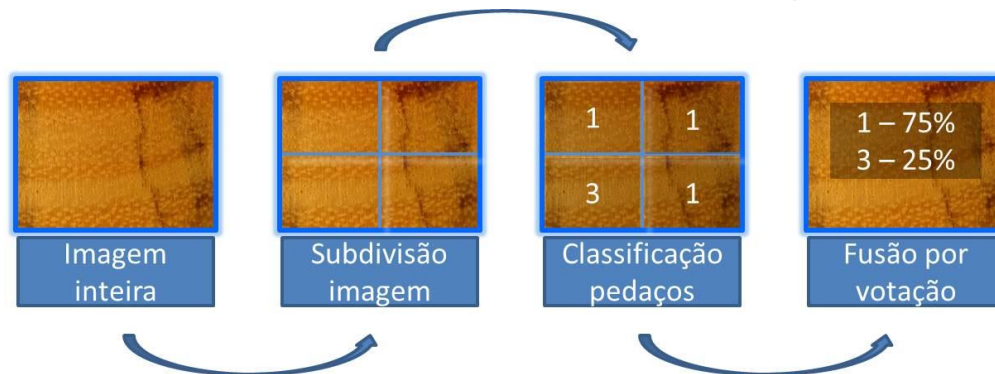
- Extração de informações de imagens e identificação e classificação de objetos nesta imagem.
- Aplicações: reconhecimento de pessoas, de assinaturas e de objetos; inspeção de peças em linhas de montagem; orientação de movimentos de robôs em indústrias automatizadas; etc.
- Utiliza IA (ou técnicas de tomada de decisão).



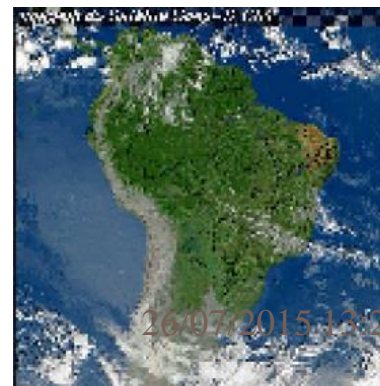
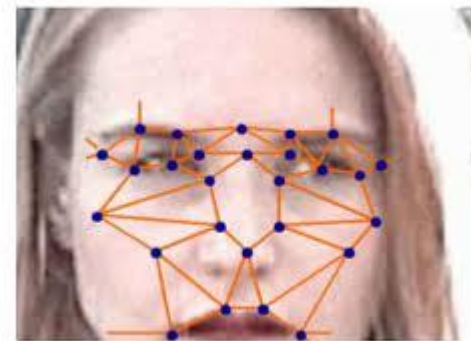
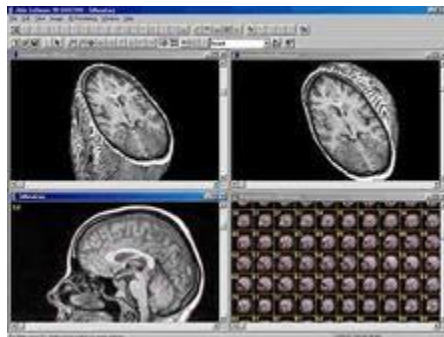
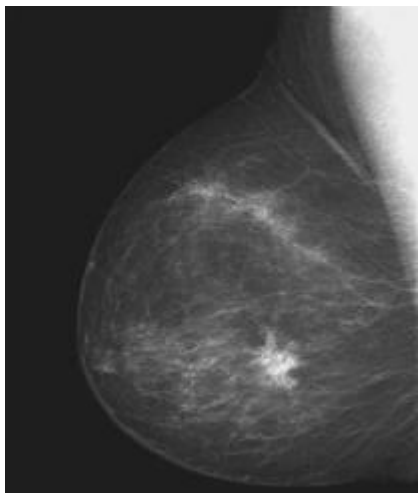
Análise de Imagens

12

- Interpretação de informações da imagem através de algoritmos computacionais.
- Tomam imagens como entradas, mas produzem outros tipos de saída.
- Obtém parâmetros descritivos da imagem.
- Usada para a realização de **Reconhecimento de Padrões, Visão Computacional** ou de extração de conhecimento das imagens (**Mineração de Imagens**).



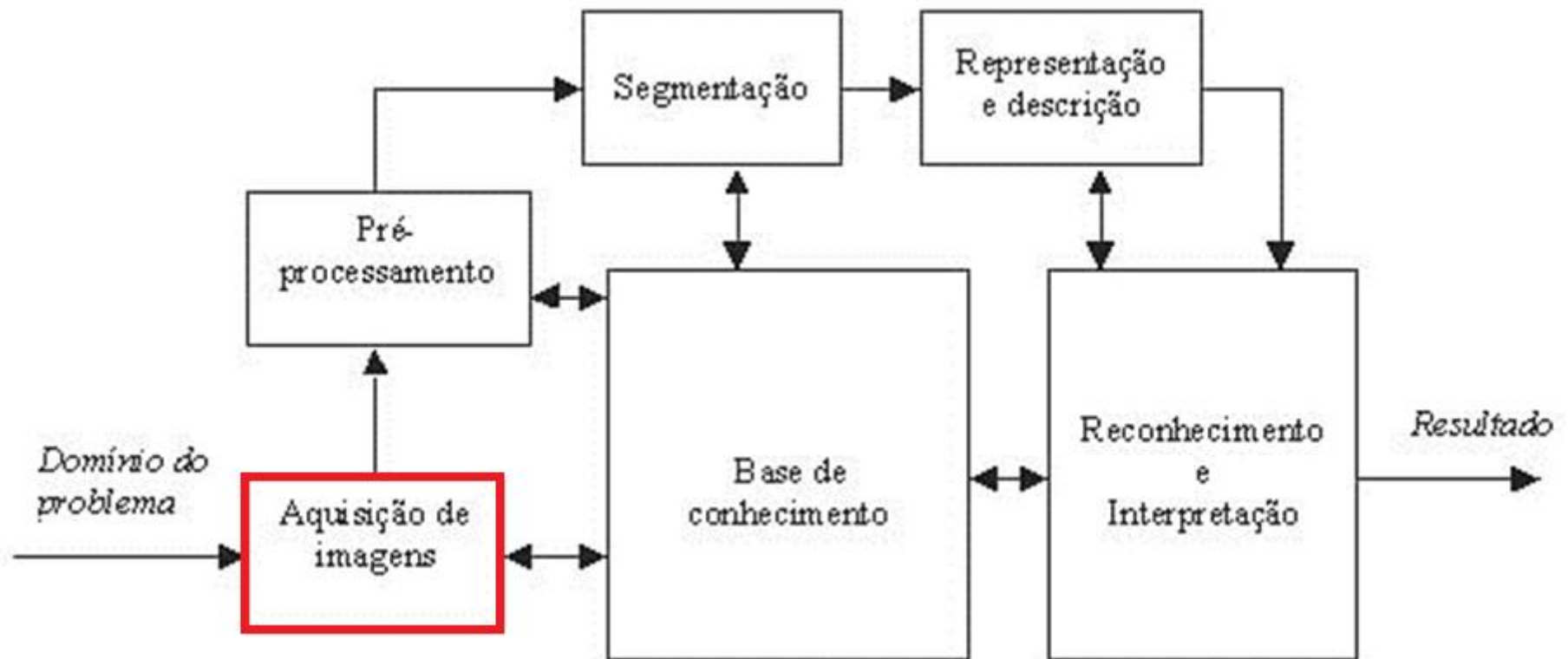
Aplicações do PDI



...

16/07/2015 13:27:36

Etapas do PDI



Aquisição da Imagem

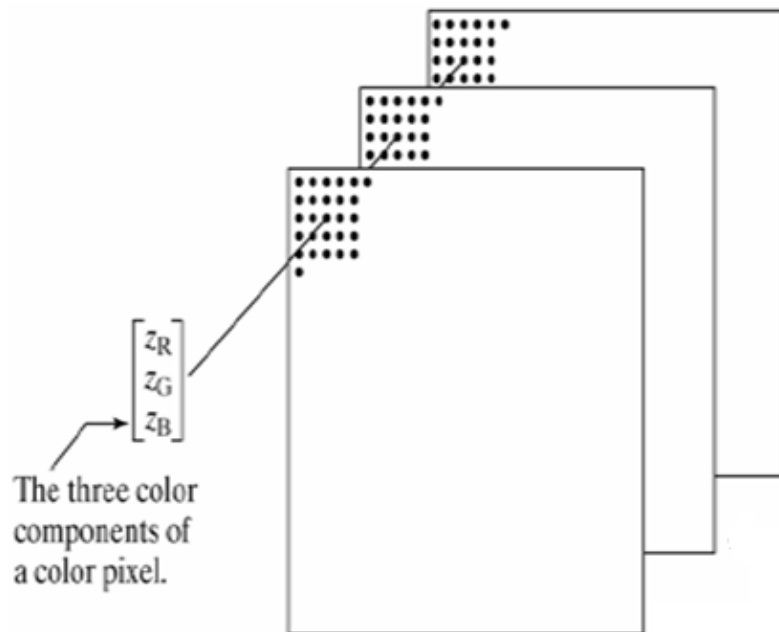


169	168	167	164	165	165	168	162	165	174
172	159	192	191	159	169	168	176	153	182
157	165	187	191	133	149	155	130	147	87
159	163	193	125	145	155	134	159	141	114
175	200	169	116	90	95	76	118	80	102
195	87	79	71	77	71	63	77	69	58
98	91	63	77	68	61	102	157	150	50
120	94	68	105	84	95	91	200	240	165
144	168	164	117	131	119	145	245	238	161
148	157	163	135	125	128	150	113	164	181



Imagem

- Um arranjo de $M \times N \times 3$ pixels onde cada pixel é formado por 24 bits (3 canais de 8 bits) em uma localização espacial específica.
- A junção desses elementos forma a **cor**



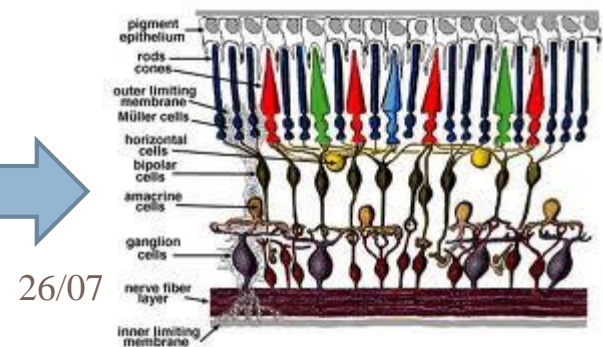
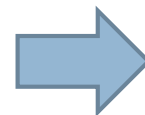
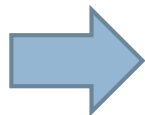
COR

17

- Percepção visual provocada pela ação de um feixe de fótons sobre células especializadas da retina, que transmitem através de informação pré-processada no nervo óptico, impressões para o sistema nervoso
- impressão que as diferentes variedades de luz (comprimentos de onda) produzem nos órgãos visuais

Cor – Sistema Visual Humano

- **Bastonetes** - 75 a 150 milhões - retornam a sensação de visão noturna (em preto e branco)
- **Cones** - 6 a 7 milhões, são responsáveis pela percepção das cores, formado por 3 tipos de cones, alguns mais sensíveis ao **vermelho**, outros ao **verde** e outros ao **azul**

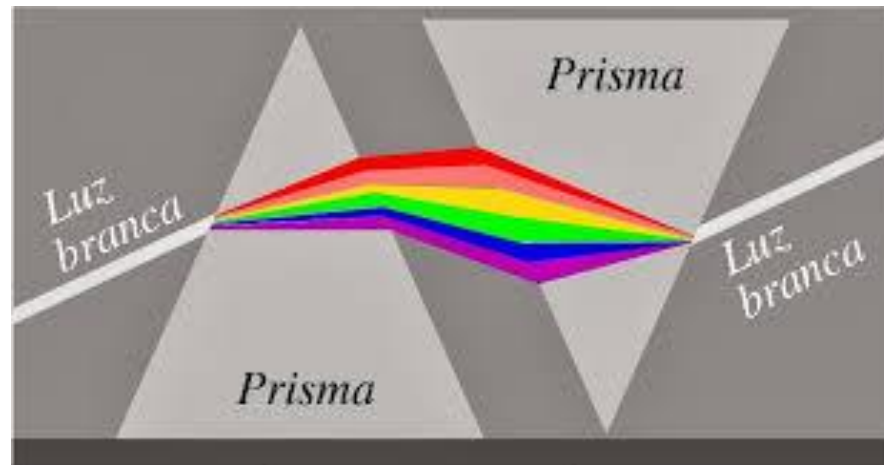


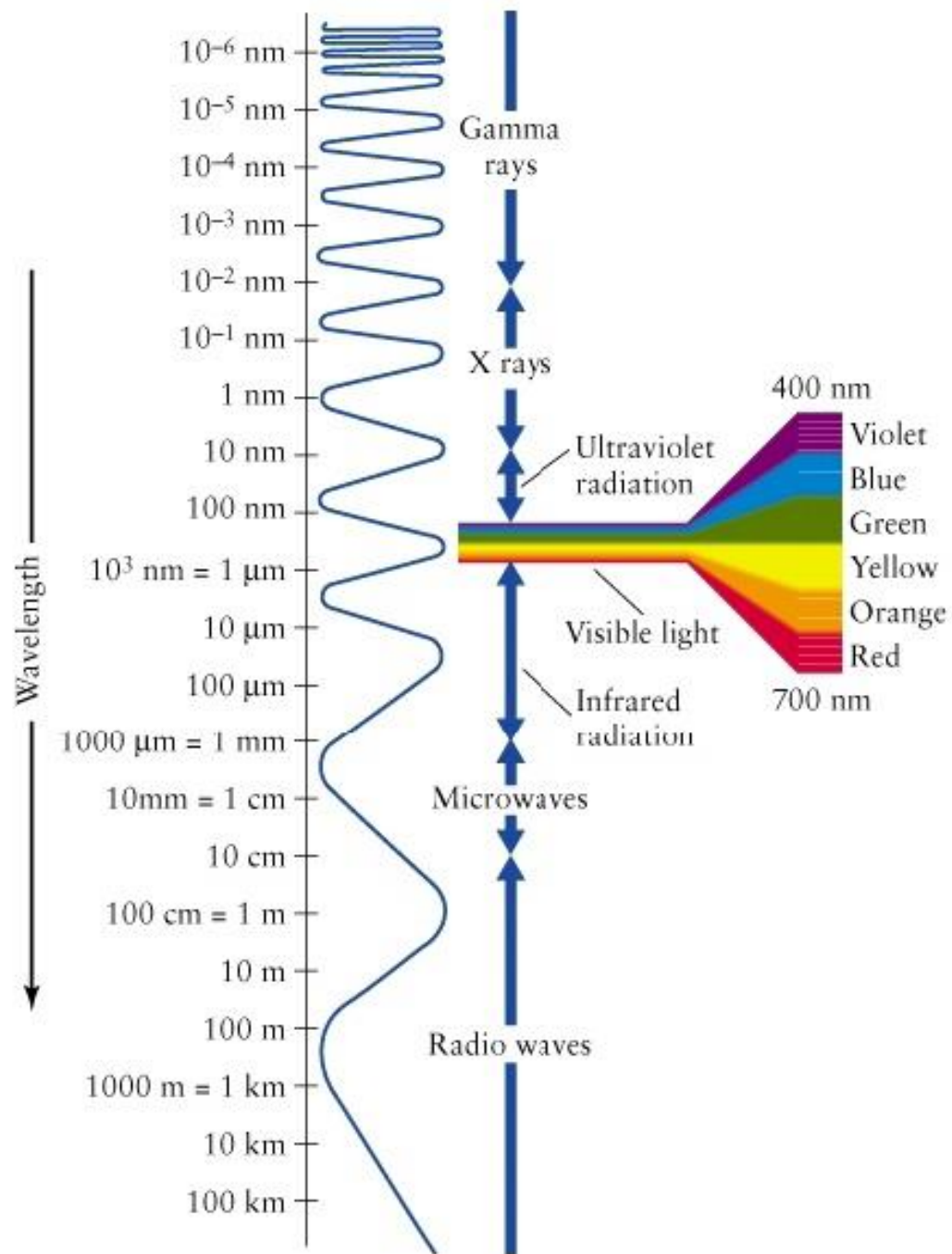
26/07

PERCEPÇÃO DA COR

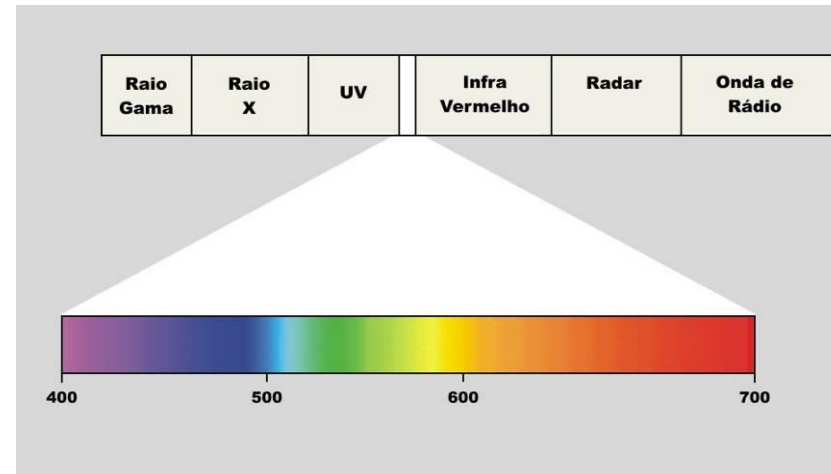
19

- Newton demonstrou, através de experimentos, que a luz consiste de energia de diferentes comprimentos de onda (prisma).
- O olho percebe somente o comprimento de onda que vai de 400-700 nanômetros (bilionésima parte do metro).





Comprimento de Ondas



Teorias da Percepção de Cor

21

Teoria Tricromática

- Apenas três tipos de receptores da retina são necessários operando com sensibilidades a diferentes comprimentos de onda. É baseada na existência de três tipos de cores primárias.

Teoria de Maxwell

- Os três cones existentes na retina são sensíveis respectivamente ao vermelho (R), ao verde (G) e ao azul (B), chamadas *cores primárias de luz*.

Tipos de Cor

22

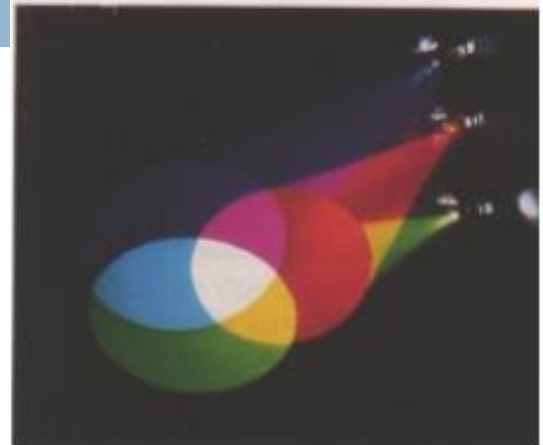
- Acromática (sem cor)
 - ▣ Intensidade de luz (luminância ou brilho)
 - ▣ Tons de cinza
- Cromática (com cores)
 - ▣ Sensação de cores usando intensidade e cromaticidade
 - ▣ Cromaticidade
 - Tonalidade (hue/matiz)—distinção entre cores
 - Saturação – indica o quão pura é a cor

Formação da COR

23

□ Aditiva

- é feita a projeção de luzes de várias cores (RGB) no mesmo ponto (televisão)



□ Subtrativa

- a sensação é a de passagem da luz por uma serie de filtros
- mistura de tintas em um desenho, essa formação de cor é comumente usada em impressoras coloridas e fotografias



Nomenclatura de Cores

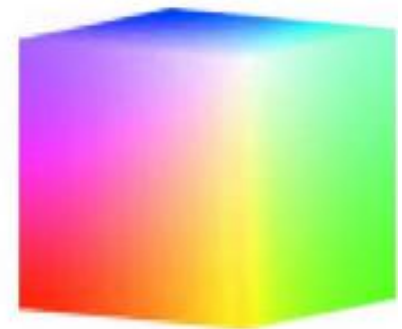
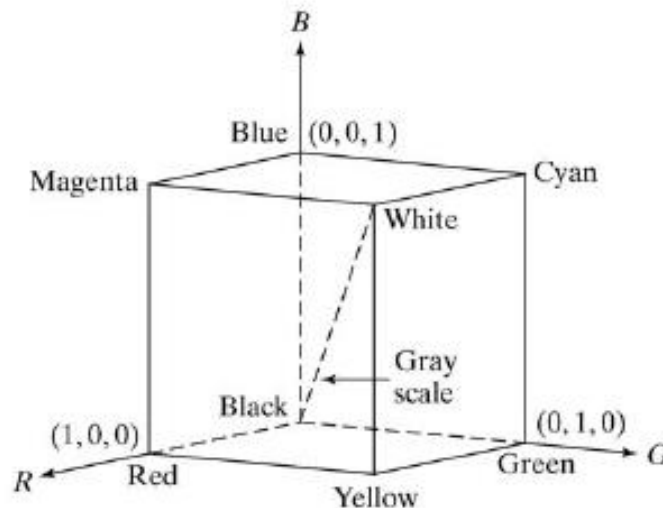
24

- Cada um entende cores de sua maneira
- Difícil haver uniformidade
- Para isso foram definidos os “espaços de cores” ou “modelos de cores” ou “formatos de cor”
- Cada espaço de cor tem características próprias que permitem que sejam mais adequados para determinadas aplicações.

RGB (*red, green e blue*)

25

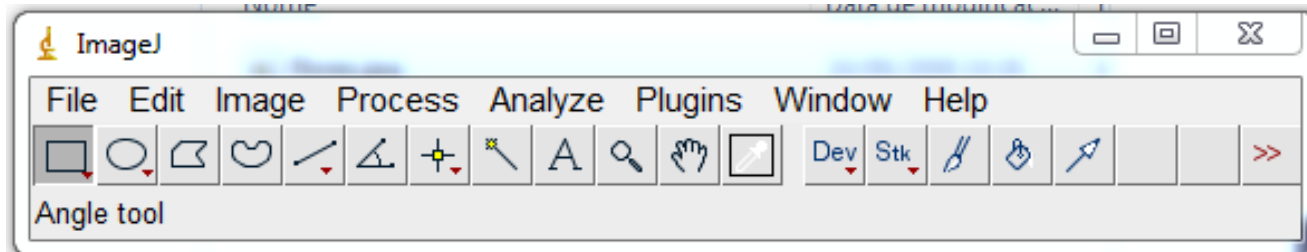
- ❑ Formação aditiva (câmeras e monitores de vídeo)
- ❑ Baseado na teoria tricromática
- ❑ Conhecido também como cubo de cores, onde os seus oito vértices são formados pelas três cores primárias, as secundárias (ciano, magenta, amarelo) e mais o preto e o branco



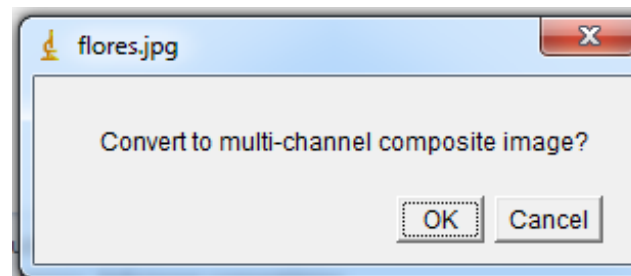
Prática

26

- Usando ImageJ abram a figura “flores.jpg”

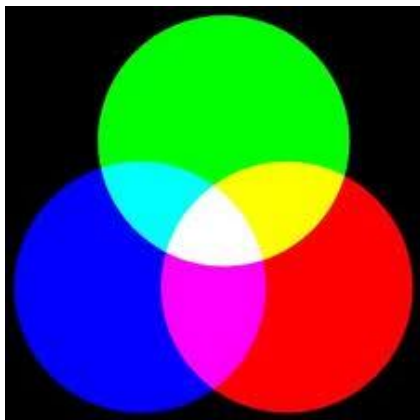
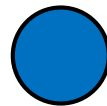
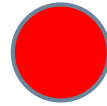


- Vá em Image → Color → Channels Tool



- Vá em Image → Color → Split Channels

RGB (*red, green e blue*)



RGB (*red, green e blue*)

28



Imagem Original



Canal R



Canal G

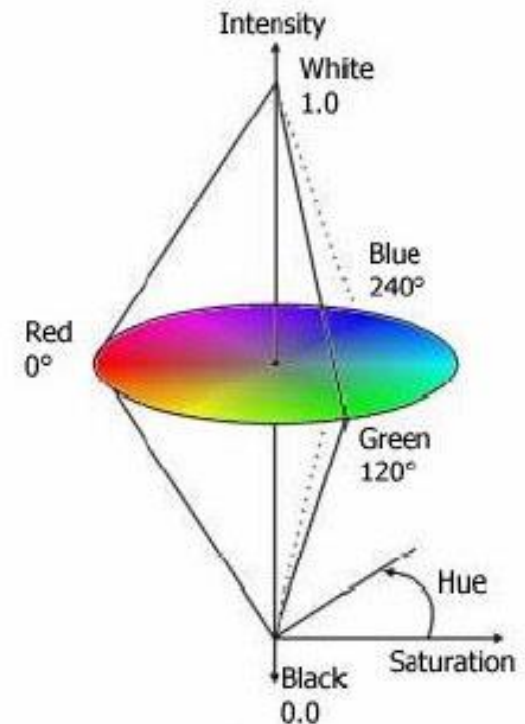
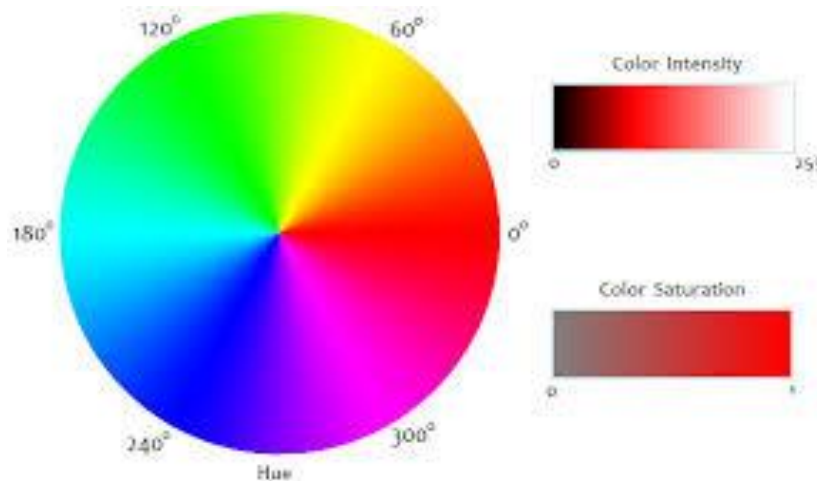


Canal B

HSI (Hue/Saturation/Intensidade)

29

- Baseia-se na percepção de cor do ser humano
- Matiz (hue) – Tinta, cor pura (ângulo)
- Saturação – Sombreamento, concentração de tinta (raio)
- Intensidade – Brilho (altura)



HSI (Hue/Saturation/Intensidade)

30



Imagem Original



Hue



Saturação



Intensidade

Conversão RGB -> HSI

31

- Intensidade (0 a 255)
- Hue (-180° a 180°)
- Saturação (0 a 1)

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

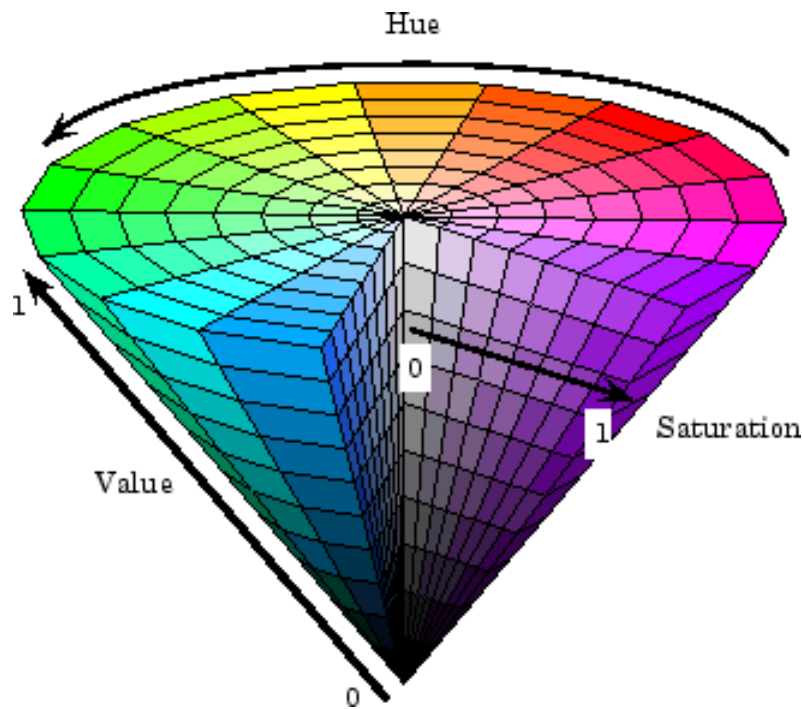
$$H = \arctg\left(\frac{\sqrt{3} \cdot (G - B)}{(R - G) + (R - B)}\right)$$

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

HSV (Hue/Saturation/Value)

32

- Variação do HSI, onde o V é a cor mais brilhante, que é a metade do valor de I
- Baseado em coordenadas cilíndricas.



HSV (Hue/Saturation/Value)

33



Imagem Original

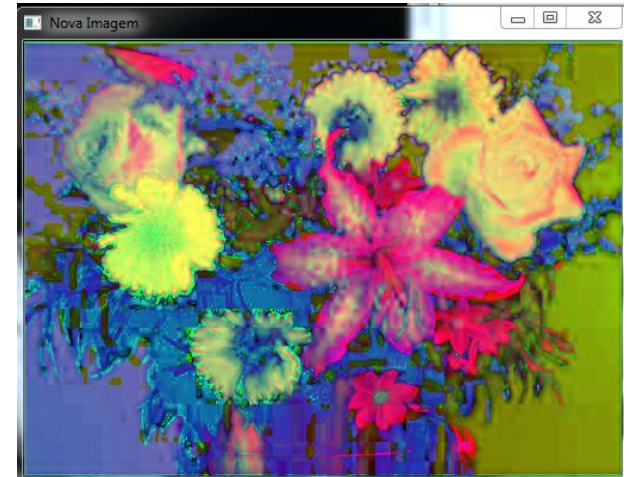
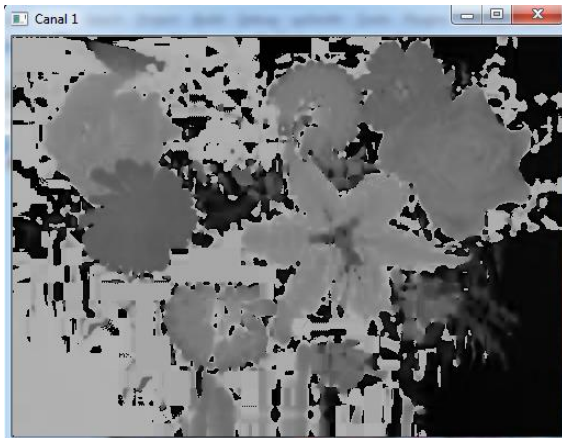


Imagem Convertida



Hue



Saturação



Valor

Conversão RGB -> HSV

34

$$H_1 = \cos^{-1} \left(\frac{\frac{1}{2}((R-G) + (R-B))}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right)$$

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$H = H_1, \quad \text{si } B \leq G$$

$$H = 360^\circ - H_1, \quad \text{si } B > G$$

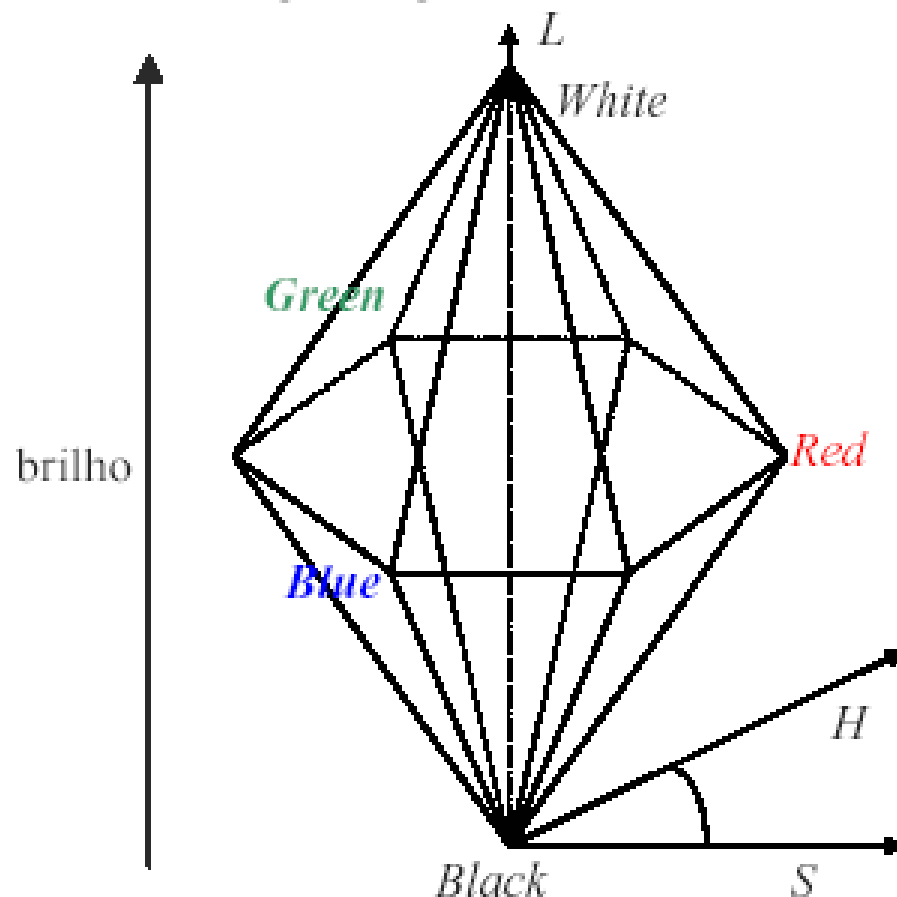
$$S = \frac{M - m}{M}$$

$$V = \frac{M}{255}$$

HSL (Hue/Saturation/Lightness)

35

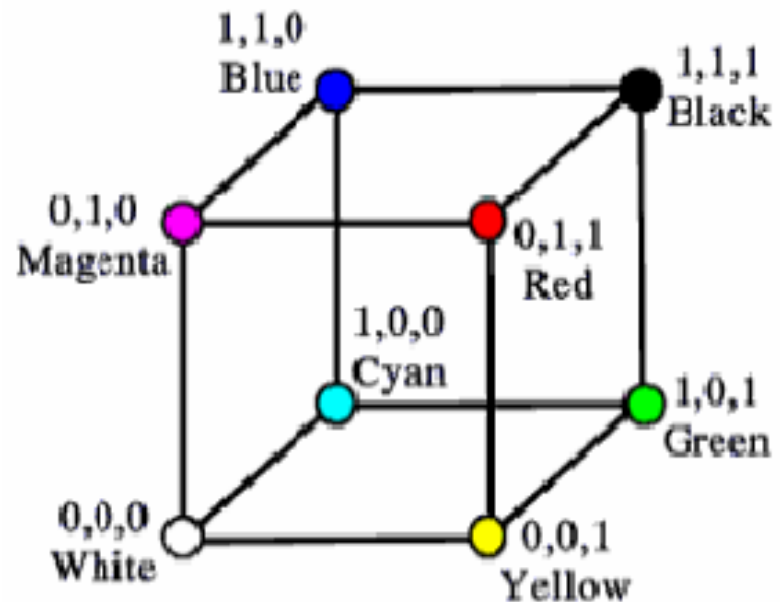
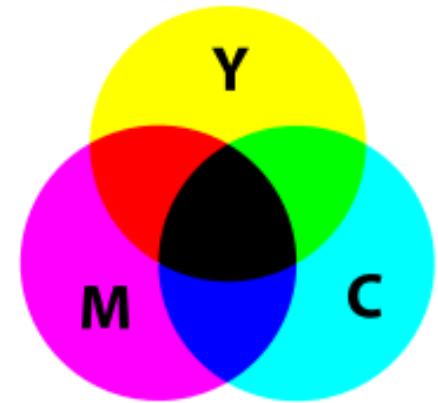
- A cor não é definida em função de primárias
- Definido por um hexágono duplo
- Facilidade para especificar cores



CMYK (ciano/magenta/yellow/black)

36

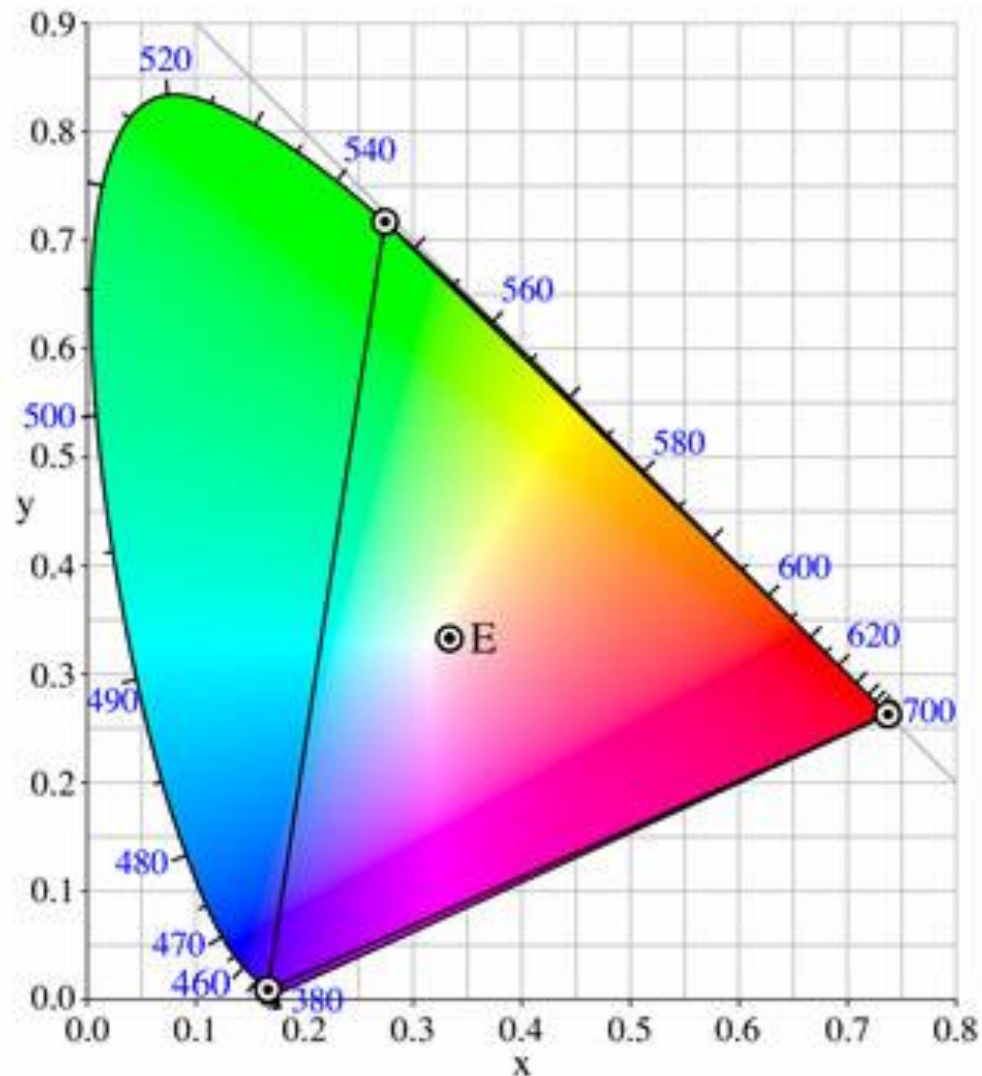
- Padrão das impressoras jato de tinta
- Espaço de cor subtrativo
- Conversão:
 - $C = 1.0$ - red;
 - $M = 1.0$ - green;
 - $Y = 1.0$ - blue;



XYZ

37

- ❑ Criado pela International Commission on Illumination (CIE) em 1931
- ❑ A cor é expressa como uma mistura de três estímulos (X,Y,Z)



Conversão RGB – XYZ – RGB

38

RGB-XYZ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4125 & 0.3576 & 0.1804 \\ 0.2127 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9502 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

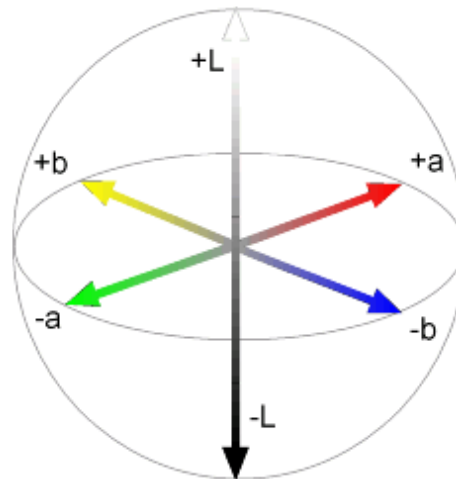
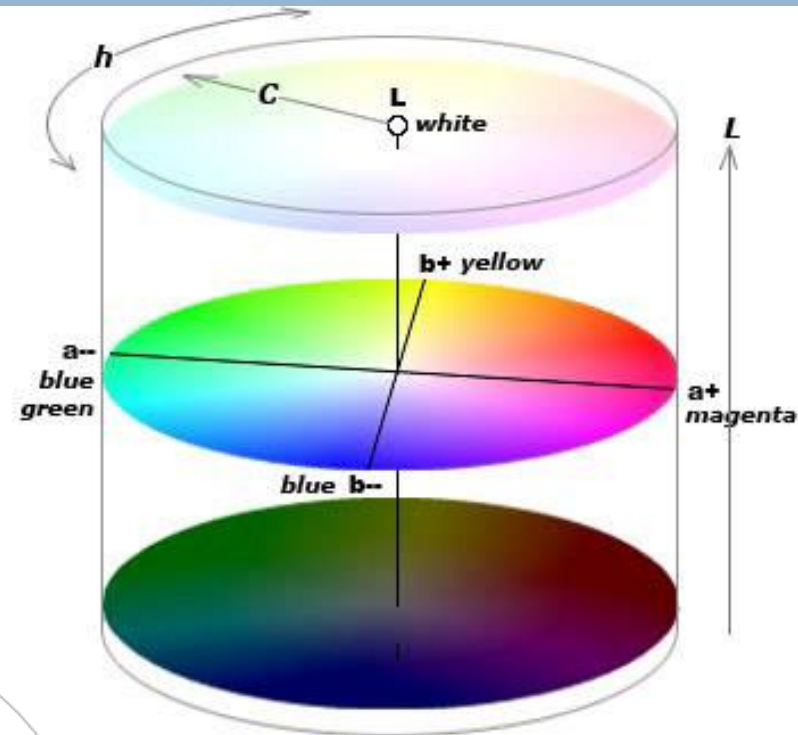
XYZ- RGB

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2405 & -1.5372 & -0.4985 \\ -0.9693 & 1.8760 & 0.0416 \\ 0.0556 & -0.2040 & 1.0573 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Luv e Lab

39

- ❑ Criados para medir a diferença entre duas cores
- ❑ A diferença entre as cores é proporcional a distância geométrica no espaço de cor



Conversões

40

$$\begin{aligned} \underline{\text{XYZ-Luv}} \quad L^* &= \begin{cases} 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16, & Y/Y_n > (6/29)^3 \\ (29/3)^3(Y/Y_n), & Y/Y_n \leq (6/29)^3 \end{cases} \\ u^* &= 13L^*(u' - u'_n) \\ v^* &= 13L^*(v' - v'_n) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u' &= 4X/(X + 15Y + 3Z) = 4x/(-2x + 12y + 3) \\ v' &= 9Y/(X + 15Y + 3Z) = 9y/(-2x + 12y + 3) \end{aligned}$$

XYZ-Lab

$$\begin{aligned} L^* &= 116 f(Y/Y_n) - 16 \\ a^* &= 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \\ b^* &= 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \end{aligned} \quad f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^3 t + \frac{4}{29} & \text{otherwise} \end{cases}$$

YCrCb (YUV / CCIR 601)

41

- Modelo de representação da cor dedicado à vídeos analógicos.
- Usa um canal de luminância e dois de cor.
- A luminância (Y) (traz informações preto e branco), enquanto U (Cr) e V (Cb) permitem representar a cor.

$$Y = 0.299R + 0.587 G + 0.114 B$$

$$U = -0.147R - 0.289 G + 0.436B = 0.492(B - Y)$$

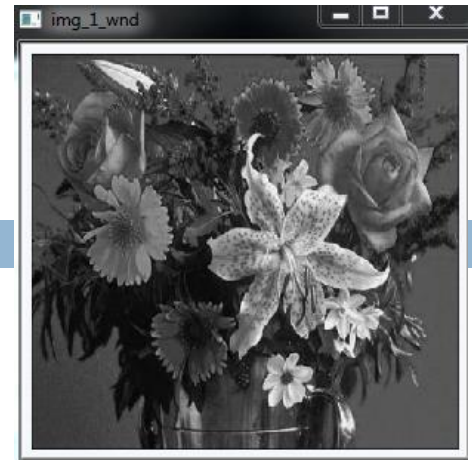
$$V = 0.615R -0.515G -0.100B = 0.877(R-Y)$$

Prática

Conversores2 - XYZ

42

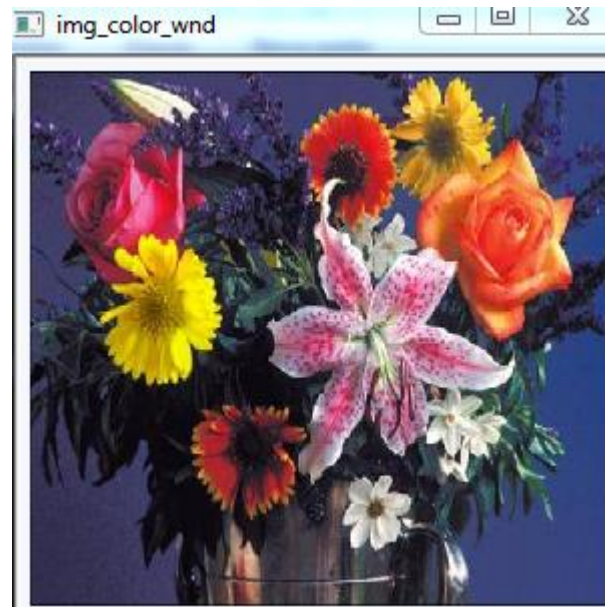
X



Y



Z



RGB



XYZ

Prática

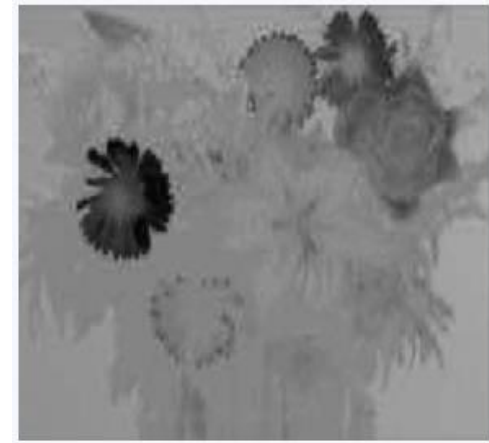
Conversores2 - YCrCb

43

Y



Cr



Cb



YCrCb

RGB



Prática

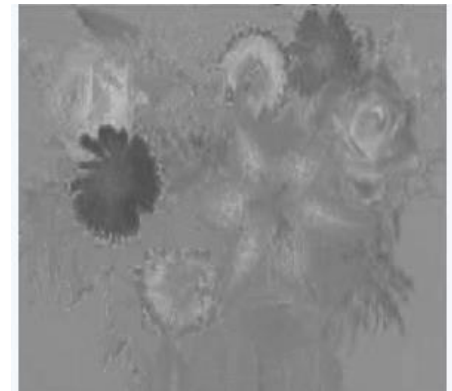
Conversores2 - Lab

44

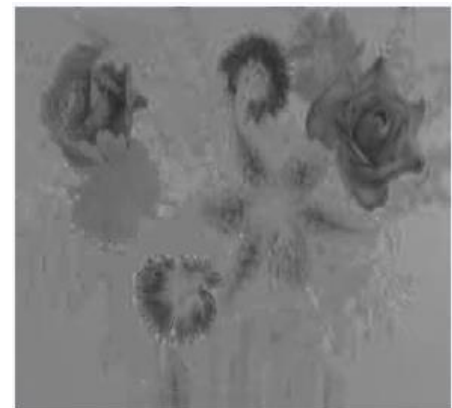
L



a



b



Lab

RGB



Imagens Monocromáticas

45

- Apresenta somente uma banda espectral
- Podem ser:
 - ▣ binárias (preto e branco)
 - ▣ tons de cinza (0 a 255)

Conversão RGB - Tons de Cinza

46

- Deve-se ler os valores de cada canal, efetuar a conversão e colocar o resultado em todos os canais

$$Cinza = \frac{R + G + B}{3}$$

Em geral fica escuro, pois a luminosidade é maior no verde e menor no azul

$$Cinza = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

Fórmula Clássica

$$Cinza = 0.23R + 0.65G + 0.12B$$

Imagens muito escuras

Histograma

47

- Mostra a frequência de determinado nível de cinza em uma imagem

0	0	1	0	2	0
1	0	7	7	7	0
0	7	0	0	7	0
1	0	0	7	2	0
0	0	7	1	0	1
1	0	7	7	7	0

Imagem

Frequências:

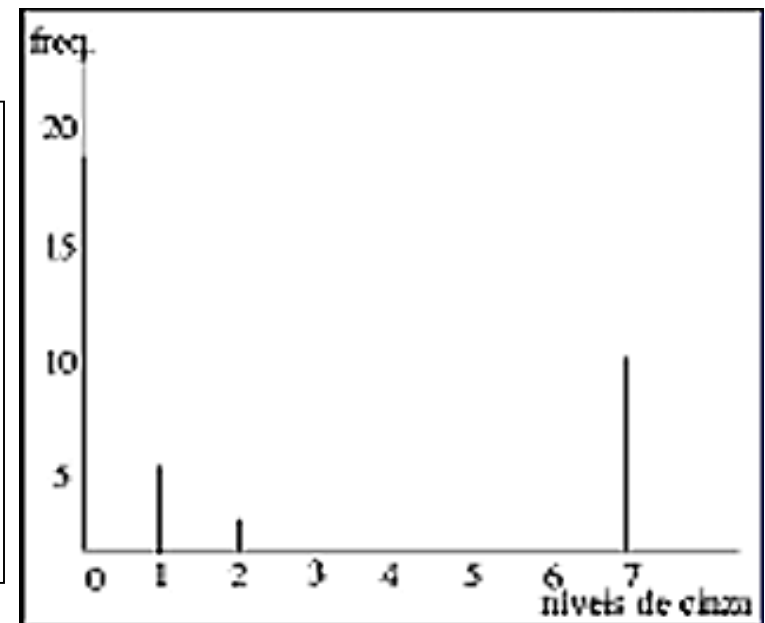
$$F(0) = 18$$

$$F(1) = 6$$

$$F(2) = 2$$

$$F(3)..F(6) = 0$$

$$F(7) = 10$$

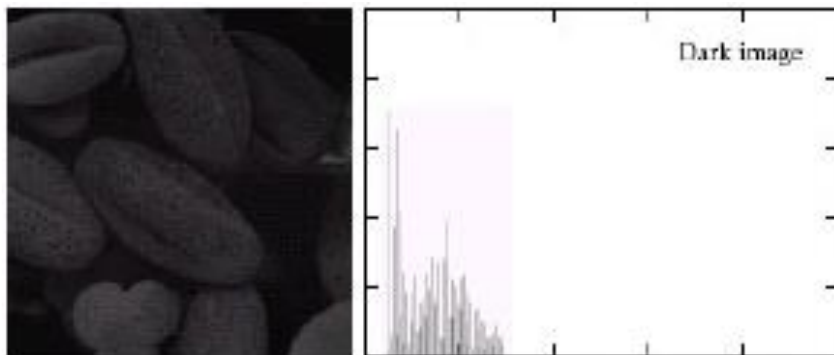


Histograma

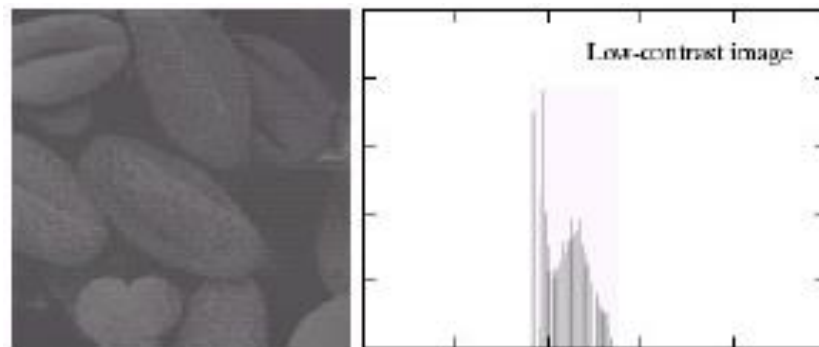
Histograma

48

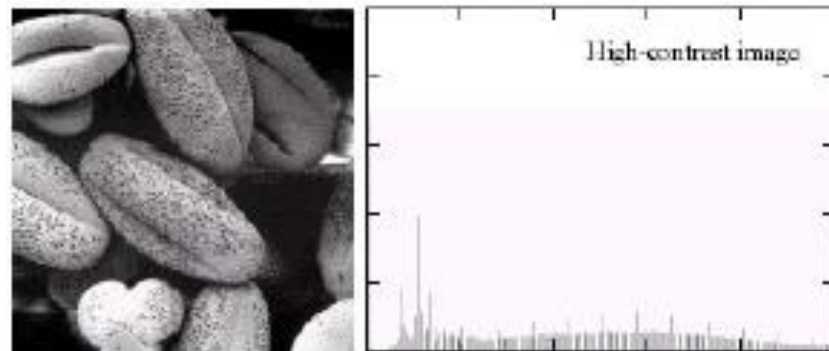
Valores muito baixos
Imagem Escuras



Valores próximos
Baixo contraste



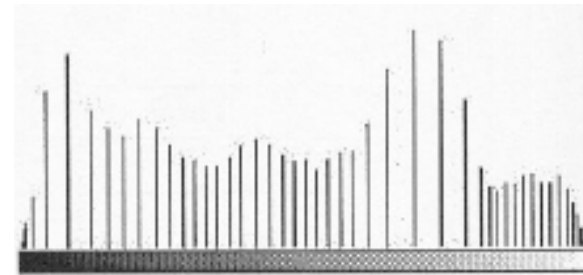
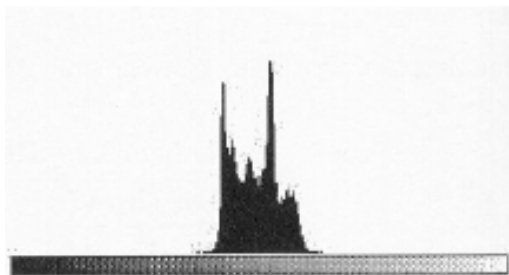
Valores muito altos
Imagem Clara



Equalização de Histograma

49

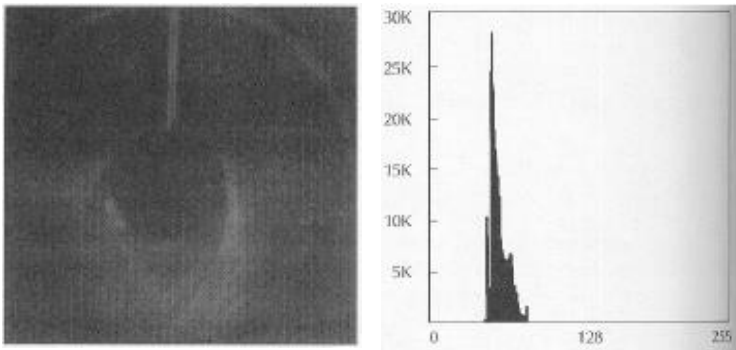
- Aumenta o contraste geral da imagem através da redistribuição dos níveis de cinza de forma uniforme



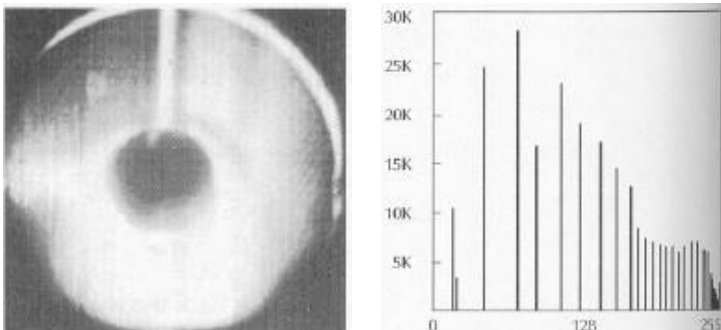
Equalização de Histograma

50

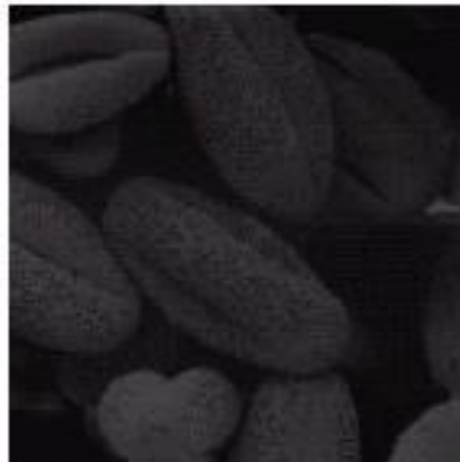
Original



Equalizada



Originais



Equalizadas



Prática - ImageJ

51

- Abra a imagem
- Transforme em tons de cinza (Image → Type → 8 bits)
- Gere o histograma da imagem de cinza (Analyse → Histogram)
- Faça a equalização da imagem em tons de cinza (Process → Enhance Contrast → Equalize Histogram)
- Gere o histograma da imagem equalizada (Analyse → Histogram)

Referências

52

- CONCI, Aura; AZEVEDO, Eduardo; LETA, Fabiana R. **Computação Gráfica: Teoria e Prática – Volume 2**. Elsevier. Rio de Janeiro, 2008.
- FACON, Jacques. **Processamento e Análise de Imagens**. Material de Aula, Mestrado em Informática Aplicada – PUCPR – 2005.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. Edgard Blucher, 2000.
- PEDRINI, Hélio; SCHWARTZ, William R. **Análise de Imagens Digitais – Princípios, Algoritmos e Aplicações**. Thomson. São Paulo, 2008.