

SEL-5886

Visão Computacional

Aula 1

**Introdução, fundamentos de imagens
digitais, conectividade**

Prof. Dr. Marcelo Andrade da Costa Vieira
Prof. Dr. Adilson Gonzaga

mvieira@sc.usp.br

VISÃO COMPUTACIONAL

Visão Artificial, Visão de Máquina, Visão Robótica, Visão de Computador, etc....

- **Utilização de computadores para emular a visão humana, incluindo o aprendizado e a capacidade de fazer inferências, agindo com base em informações visuais;**
- **É a automatização e a integração de uma quantidade de processos e representações usadas para a Percepção Visual.**

Imagens têm sido meios de expressão da cultura humana desde as pinturas pré-históricas, milênios antes do aparecimento da palavra escrita.



Como transformar Imagem em Informação???

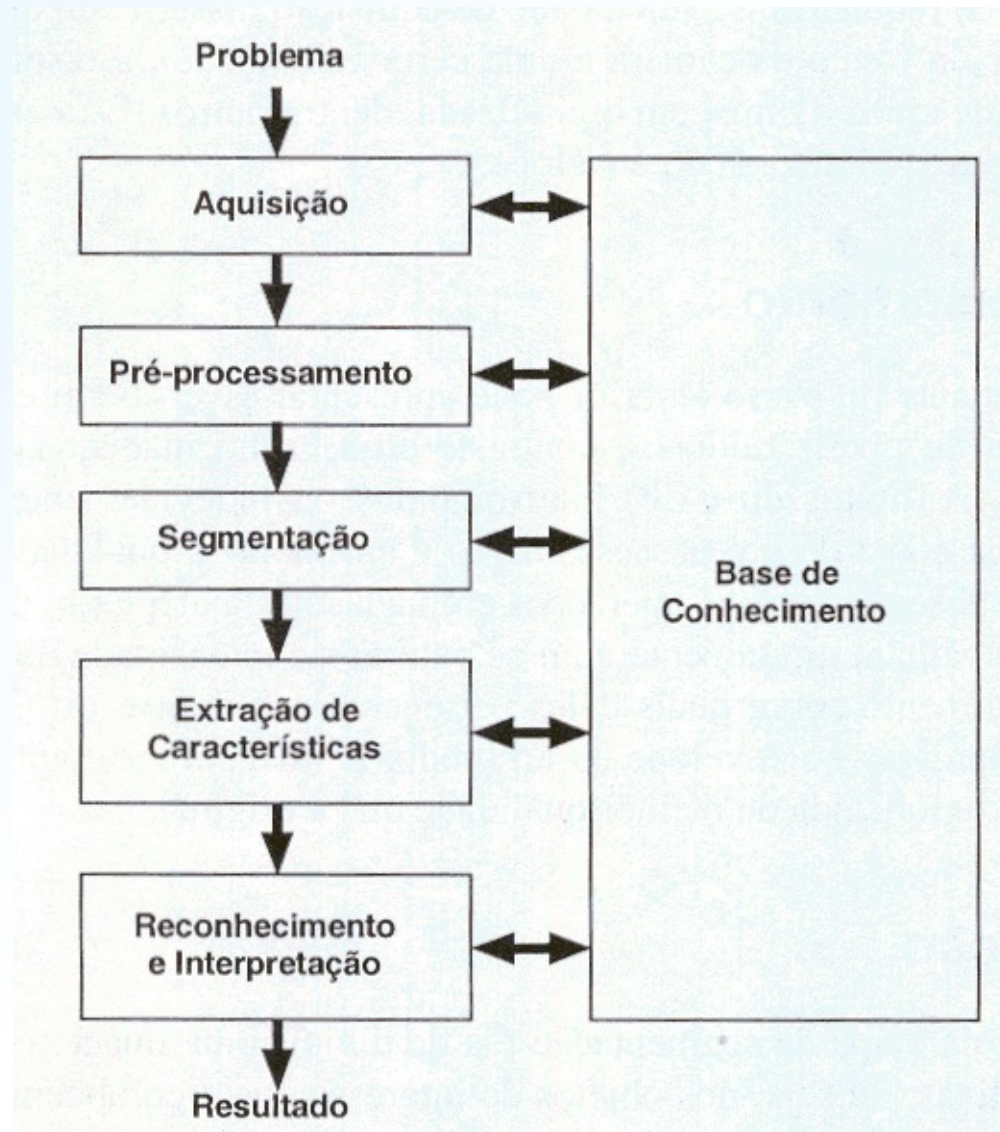


*“Now! That should clear up
a few things around here!”*

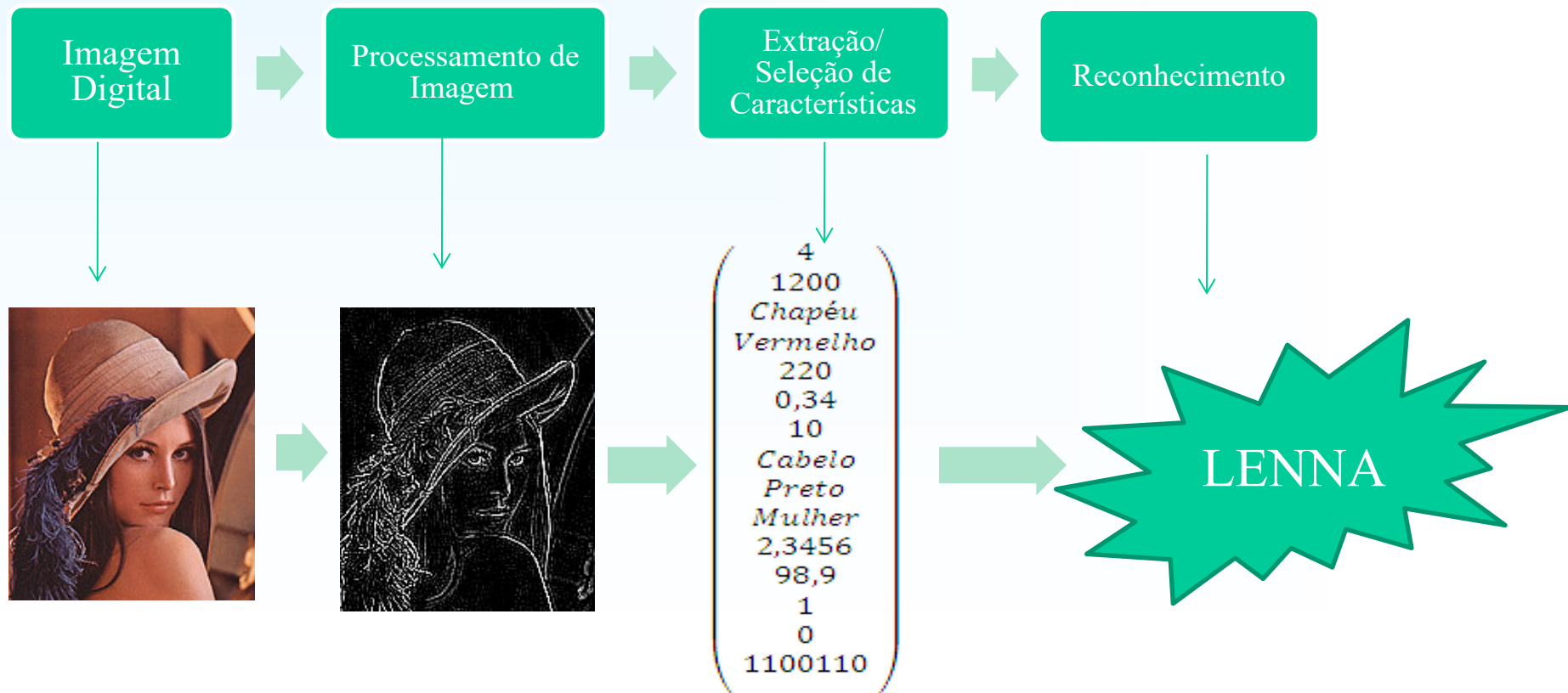
Algumas Áreas que fornecem subsídios à Visão Computacional

- **Processamento de Imagens**
- **Reconhecimento de Padrões**
- **Computação Gráfica**
- **Inteligência Artificial**
- **Visão Biológica**
- **Psicologia (Percepção)**

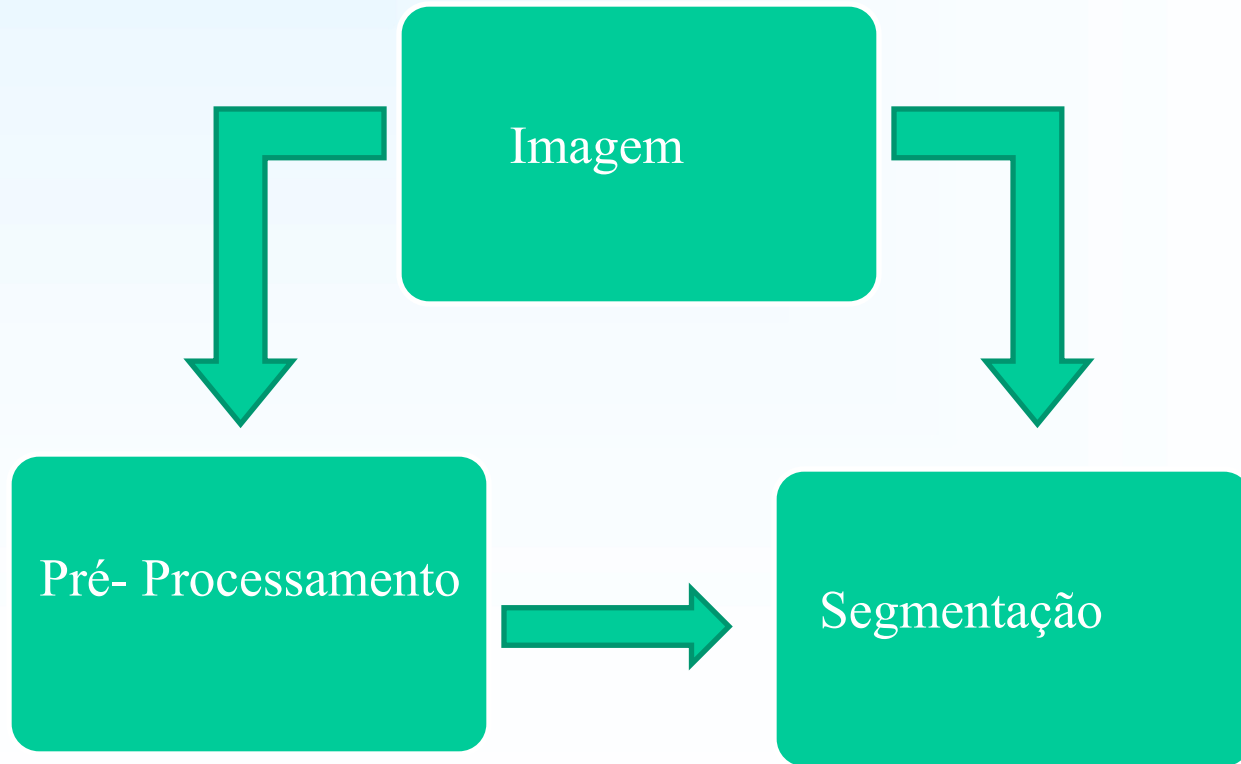
Estrutura de um sistema de Visão Artificial



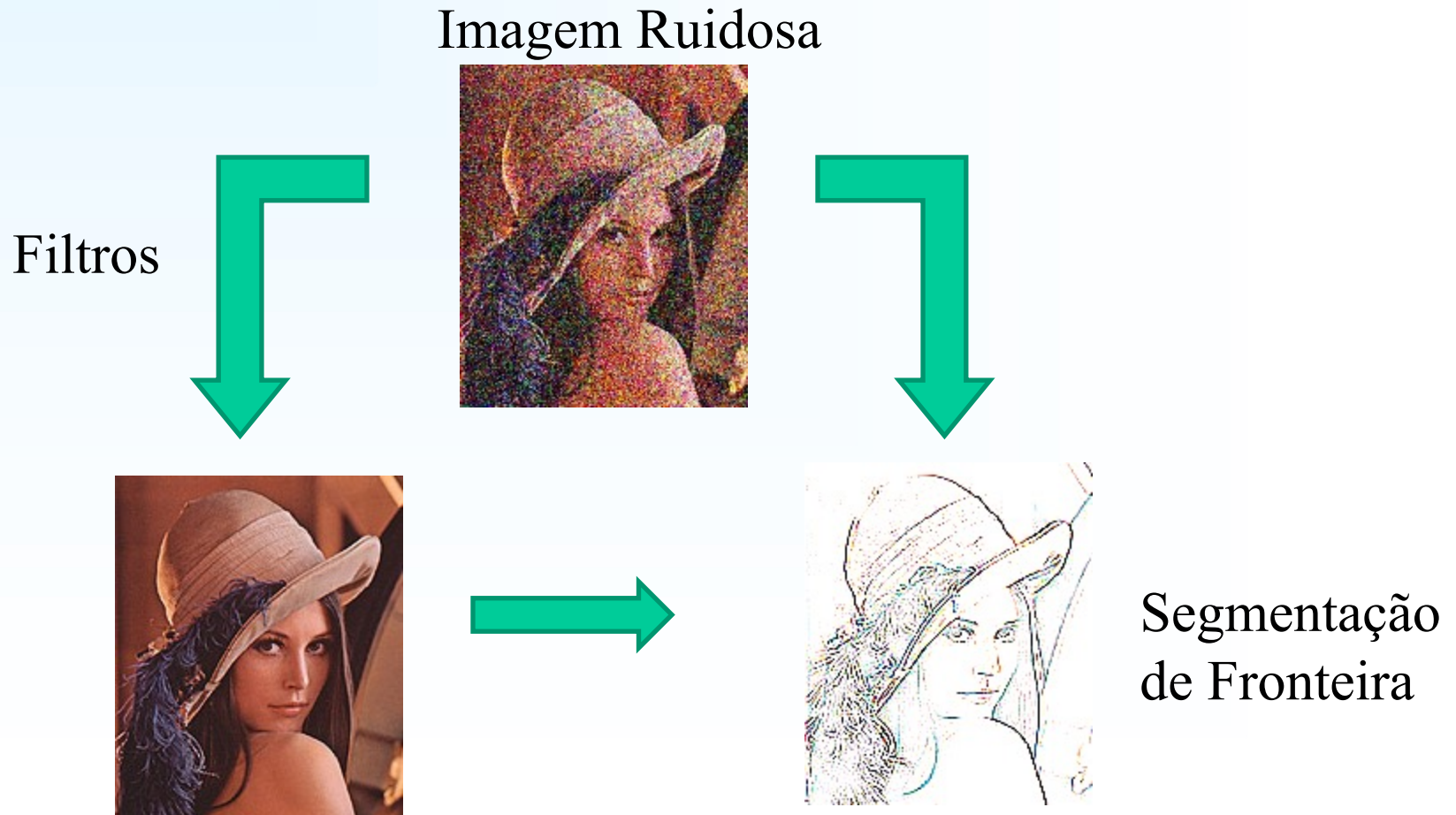
Visão Computacional



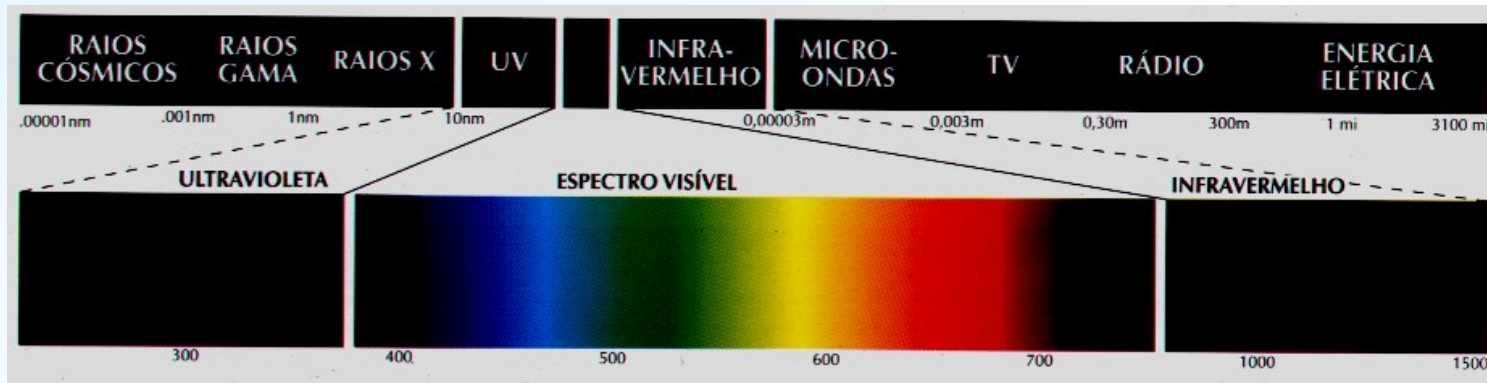
Processamento de Imagens



Processamento de Imagens

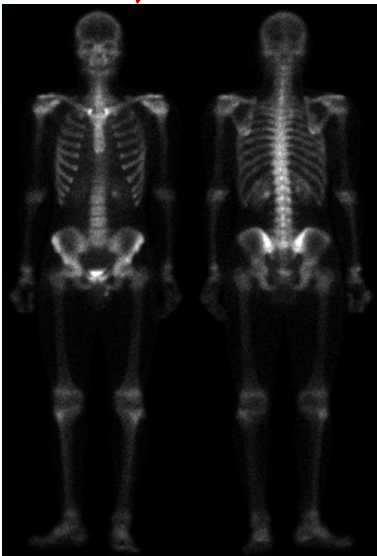
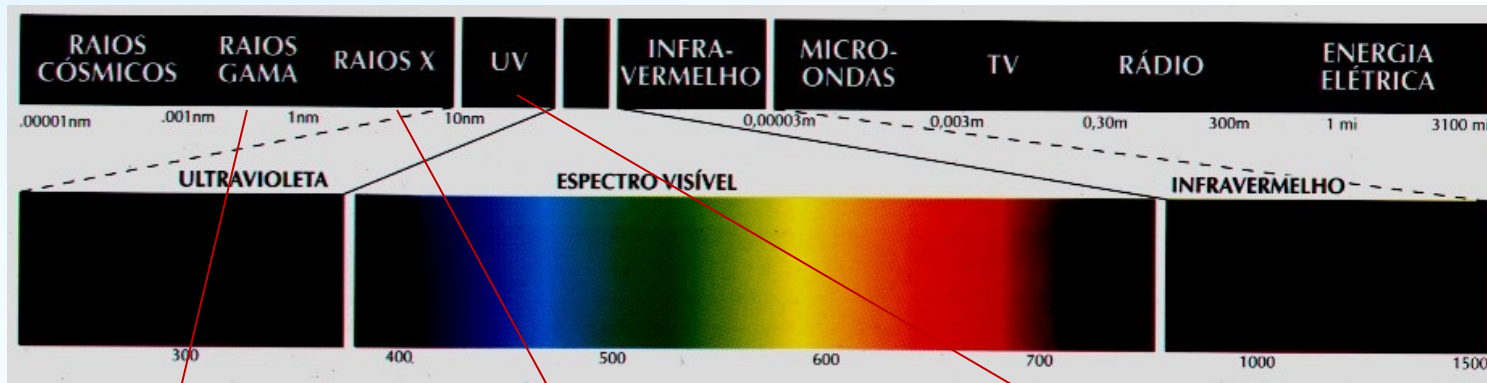


Evolução das Imagens

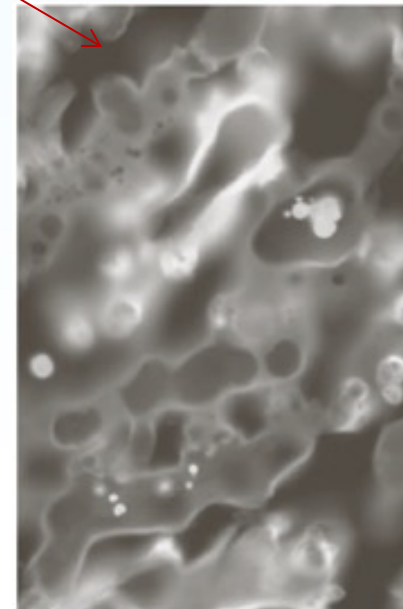
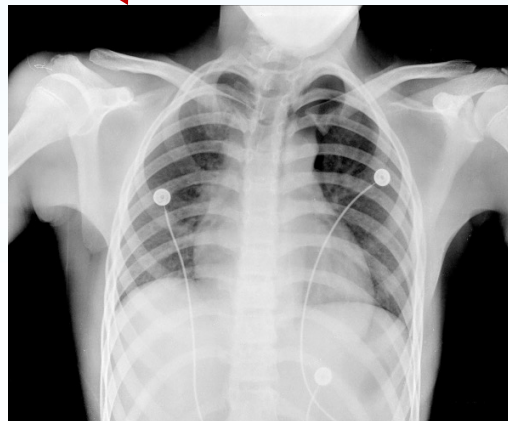


Uma Imagem é gerada quando uma Radiação Eletromagnética incide sobre um objeto e uma parte desta radiação é capturada por um sensor.

Espectro Eletromagnético



Medicina Nuclear



Análise da qualidade do milho.

Espectro Eletromagnético

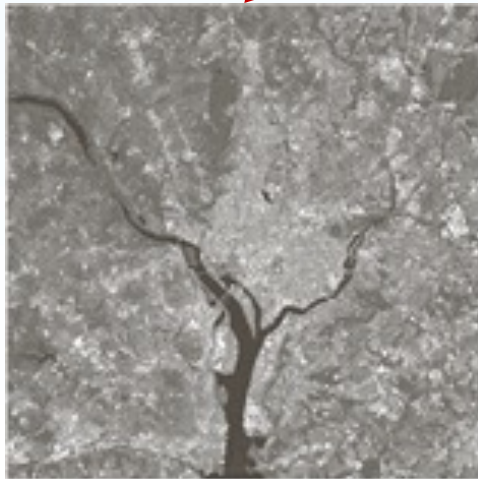
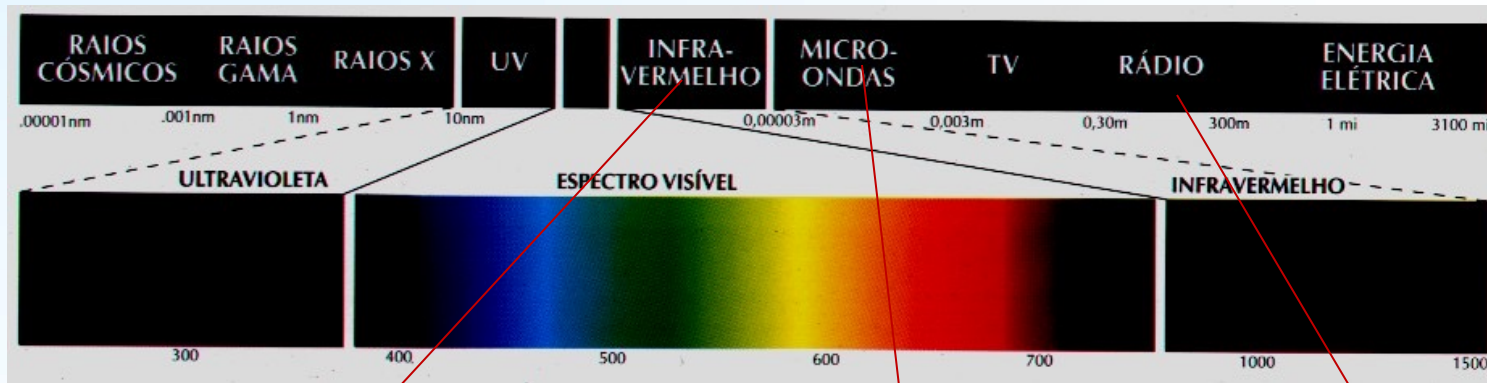
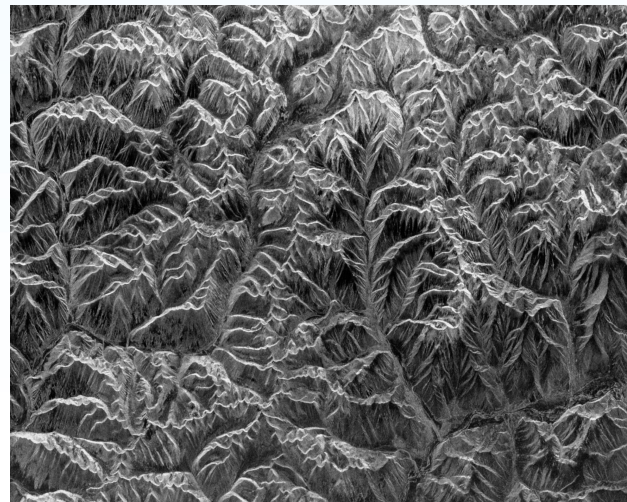


Imagem de satélite de Washington D.C.

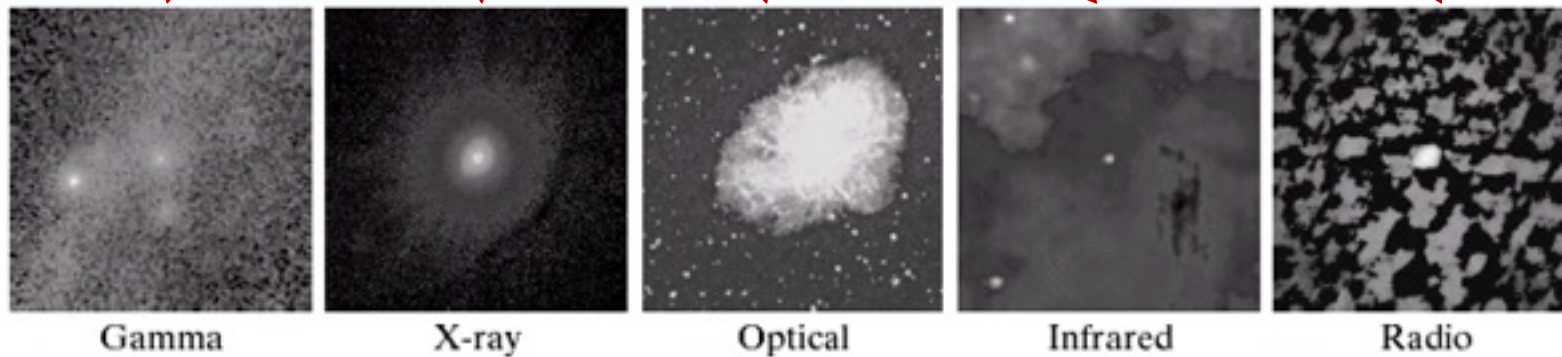
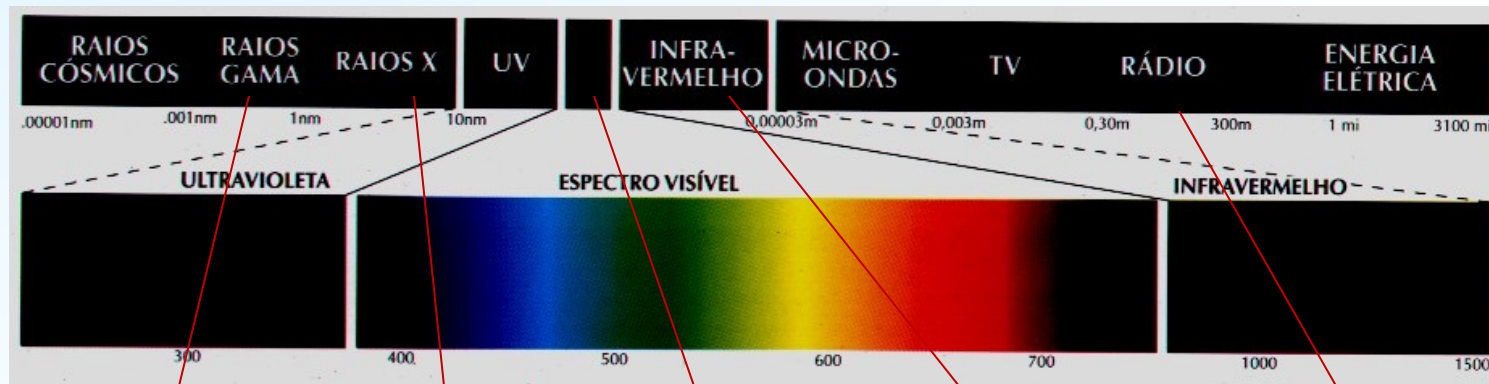


Radar (Montanhas do Tibet)



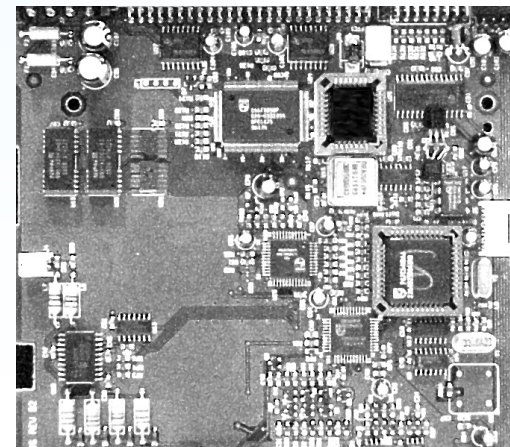
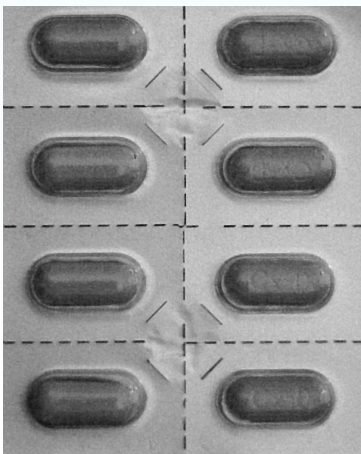
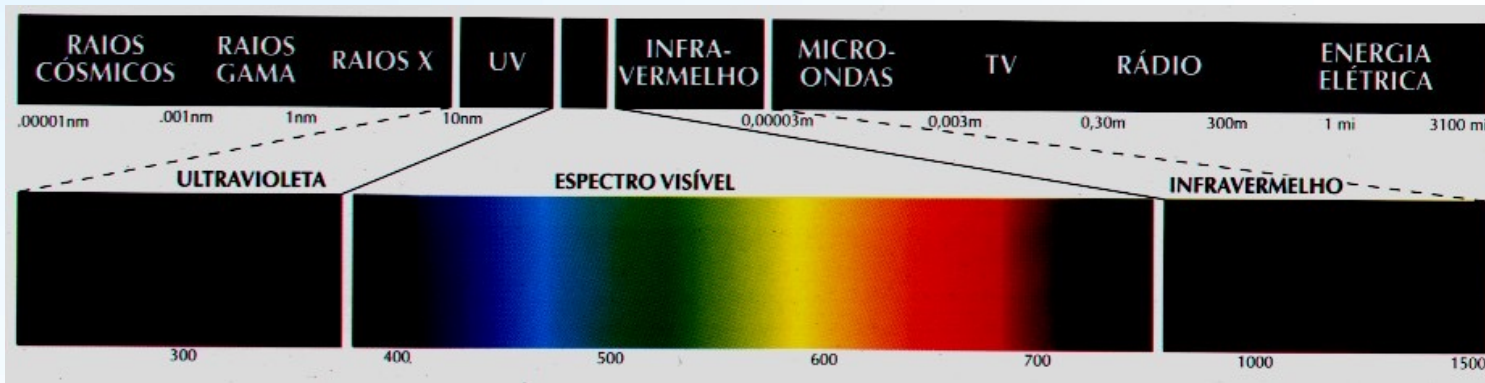
Ressonância Magnética

Espectro Eletromagnético



Imagens de um mesmo Pulsar geradas com diferentes frequências.

Espectro Eletromagnético



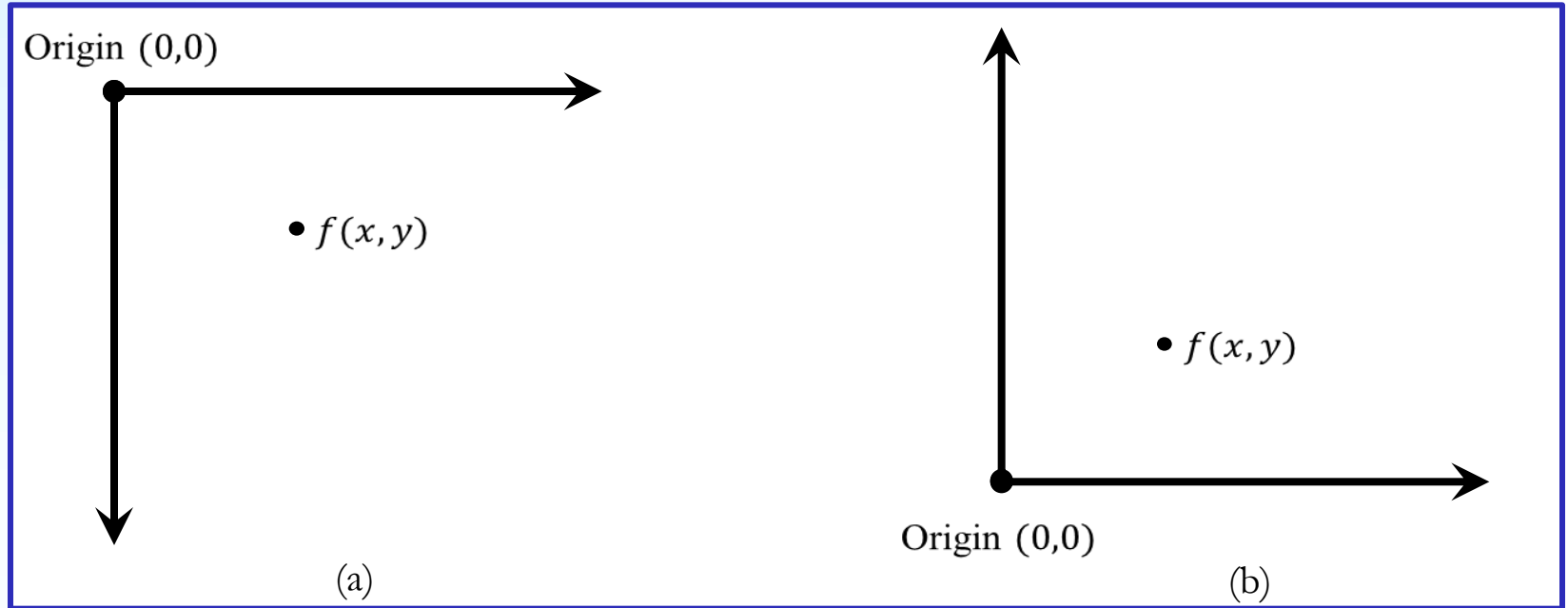
Imagens no Espectro Visível

Fundamentos de Imagens Digitais

Ocorre a formação de uma imagem quando um sensor de imagem registra a radiação que interagiu com objetos físicos.

- Uma imagem monocromática é uma função bidimensional da intensidade da luz $f(x,y)$, na qual x e y denotam as coordenadas espaciais (largura x altura) e o valor de f em qualquer ponto corresponde ao brilho (nível de cinza) da imagem naquele ponto.
- A intensidade de luz pode ser modelada como: $f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$
 - i = iluminação do ambiente $0 \leq i(x,y) \leq \infty$
 - r = refletância dos objetos $0 \leq r(x,y) \leq 1$

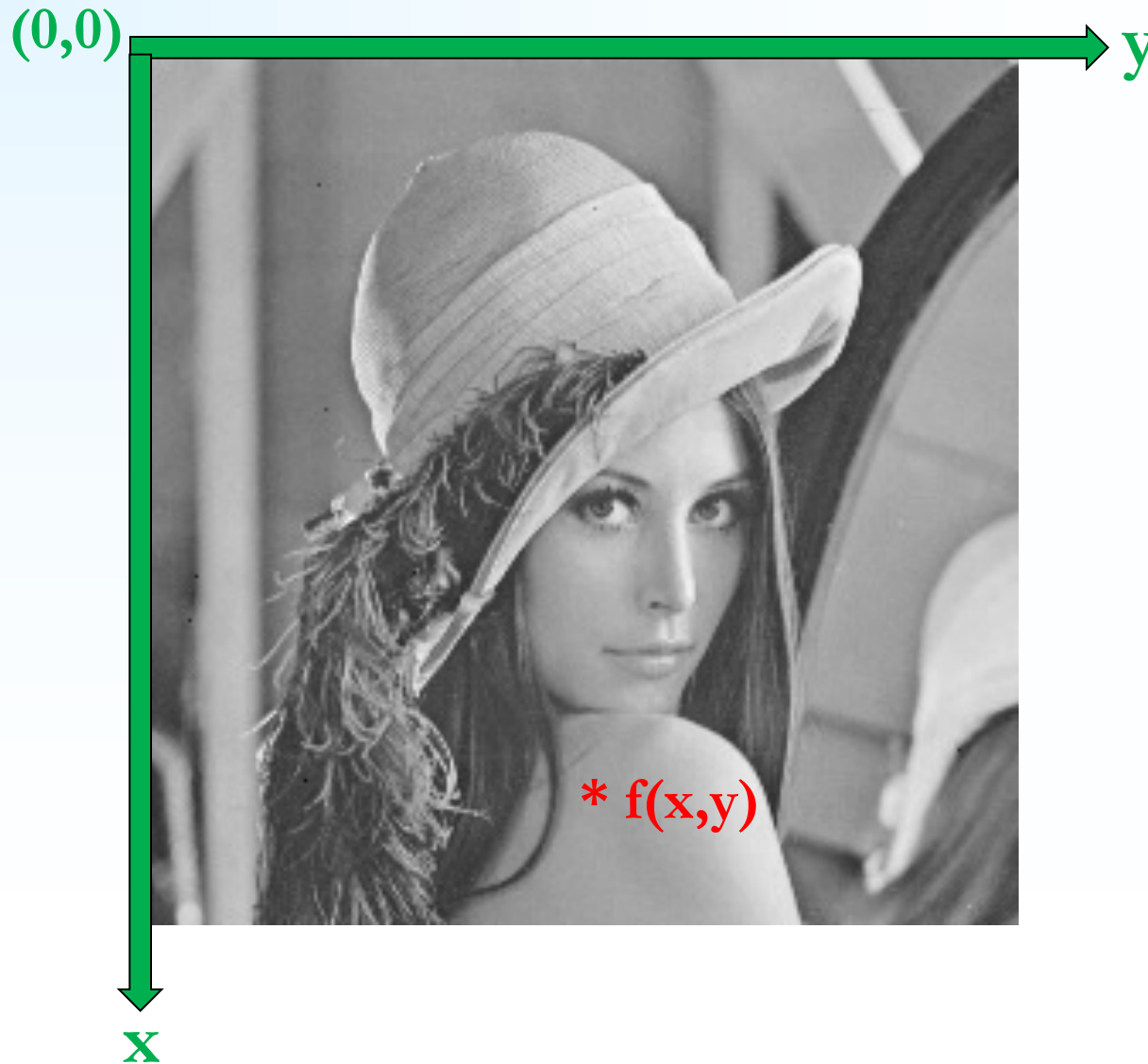
Convenção utilizada para os eixos x e y.



a) Convenção utilizada em Processamento de Imagens e em Visão Computacional

b) Convenção utilizada em Computação Gráfica

Fundamentos de Imagens Digitais

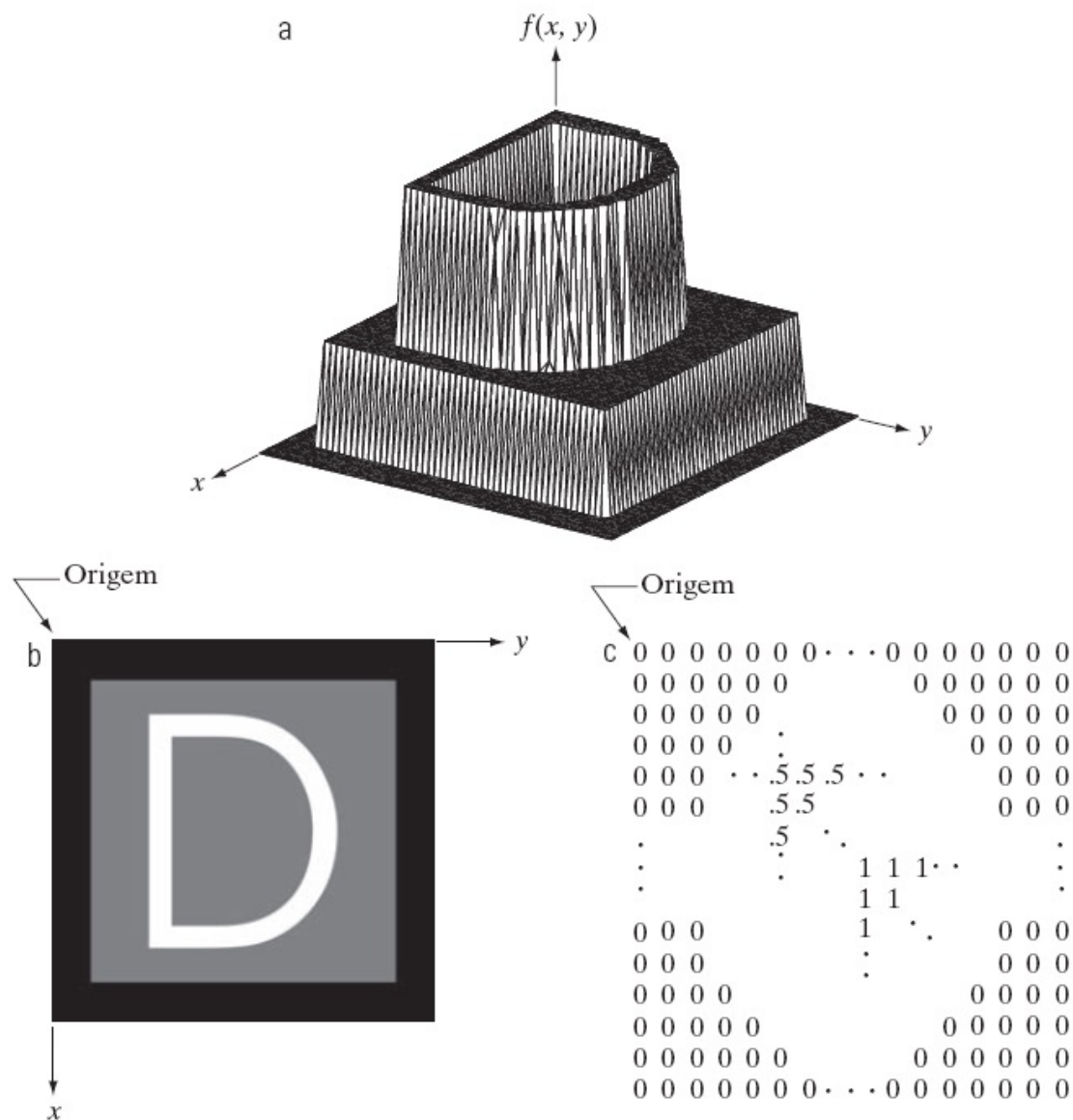


Fundamentos de Imagens Digitais

Uma Imagem Digital é uma imagem contínua amostrada em um arranjo matricial $M \times N$, sendo o valor de cada elemento da matriz o nível de cinza do pixel correspondente no plano de imagem.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N-1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1, 0) & f(M-1, 1) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

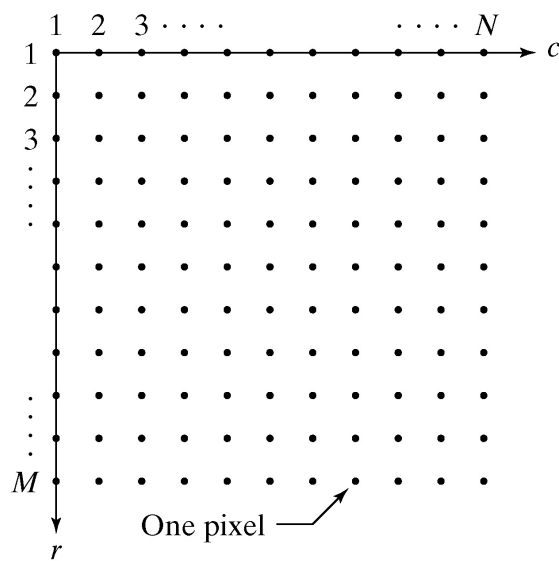
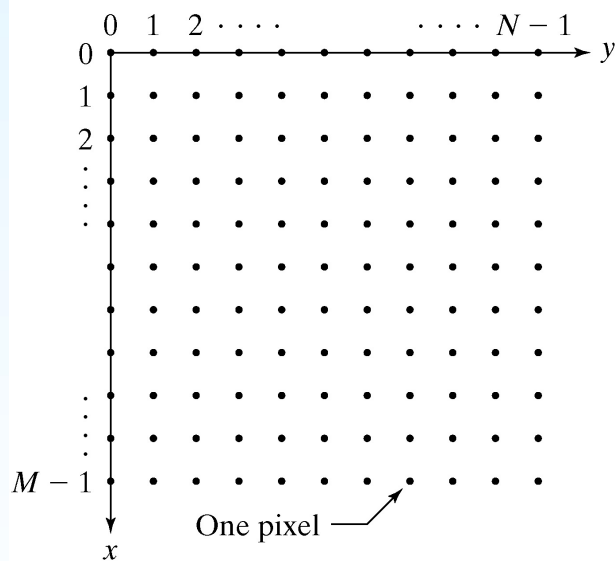
Representação de uma Imagem como Superfície



a) Convenção utilizada em Processamento de Imagens

$$(0,0) \leq (x,y) \leq (M-1,N-1)$$

a)



b)

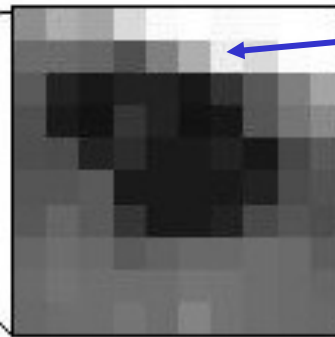
b) Convenção utilizada pelo Toolbox de Processamento de Imagens do Matlab

$$(1,1) \leq (r,c) \leq (M,N)$$

Imagem Digital

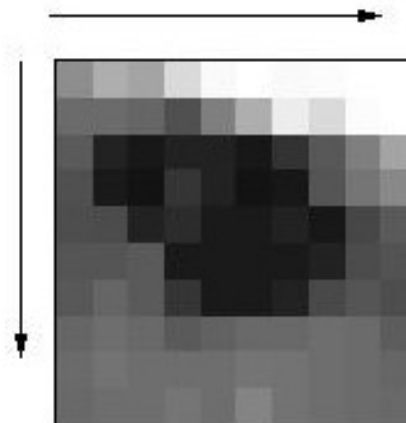


Imagem Digital



Pixel

Nível de cinza do pixel



142	174	164	218	250	255	250	252	255	255
107	107	102	80	127	174	237	218	252	255
90	34	24	34	34	24	51	88	127	164
80	26	19	53	34	19	24	85	117	137
78	76	34	44	26	26	34	24	71	90
85	85	90	26	26	26	26	34	76	83
88	102	90	53	26	26	34	73	85	78
102	110	105	90	98	105	105	110	107	93
107	115	110	110	110	117	115	110	107	102
105	110	110	117	110	132	115	110	107	105

Imagem é uma matriz bidimensional

Imagem Digital

- Imagem Digital é uma função m-vetorial $f(x,y)$ de valores discretos, sendo (x,y) um par de coordenadas inteiras e,

$$0 \leq f(x,y) \leq W$$

onde $W = (2^n - 1)$ e n é o número de bits utilizado na quantização.

- O ponto (x,y) é conhecido como **Pixel** (**P**icture **e**lement) e o valor de $f(x,y)$ é o nível de cinza (**graylevel**) do ponto (x,y) . W é o máximo valor da escala de cinza.
- Uma Imagem Digital é uma função contínua que é representada por amostras medidas em intervalos regulares.
- A intensidade luminosa é quantizada em números diferentes de níveis de cinza.

Resolução da Escala de Cinza

- ❑ É definida pelo número de bits (n) utilizado para codificar cada pixel da imagem.
- ❑ Se $n = 8$, cada pixel tem resolução de 256 níveis de cinza, ou seja, 8 bits/pixel.
- ❑ A escala de cinza é o intervalo de variação: $0 \leq f(x,y) \leq W$, sendo $W = (2^n - 1)$
- ❑ Uma imagem com 2 níveis de cinza ($n = 1$) é denominada de **Imagem Binária** e seus valores serão representados por (0 e 1).

Imagem Digital

- Uma imagem $f(x,y)$ é amostrada resultando em

M linhas e N colunas.

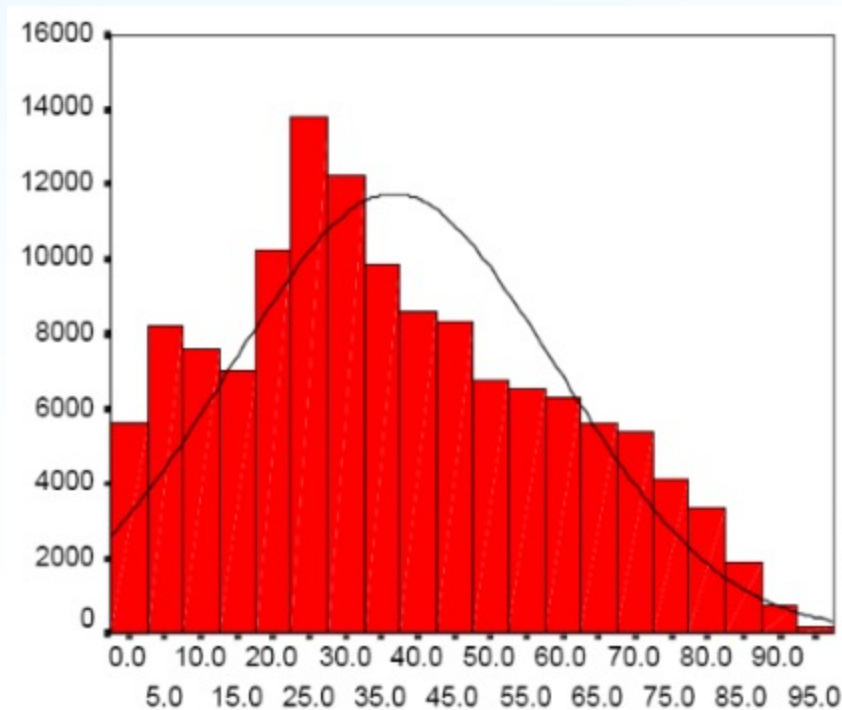
- Esta imagem tem tamanho: **M x N**
- Os valores das coordenadas (x,y) são discretos: valores inteiros e positivos
- Os valores dos níveis de cinza $f(x,y)$ são discretos: valores reais e positivos

- **Amostragem** → Digitalização dos valores das coordenadas (posição)
- **Quantização** → Digitalização dos valores de intensidade de luz (brilho)

Histogramas

O histograma de uma imagem em tons de cinza é uma função $H(k)$ que produz o número de ocorrências de cada nível de cinza na imagem.

$$0 \leq k \leq L - 1$$



L é o número de níveis de cinza da imagem.

Histogramas

Histograma Normalizado:

O histograma é normalizado em $[0,1]$ quando se divide $H(k)$ pelo número $n = N \times M$ de pixels da imagem.

Ele representa a distribuição de probabilidade dos valores dos pixels.

Cada elemento do conjunto é calculado por :

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$$
$$0 \leq r_k \leq 1$$

Histogramas

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

$k = 0, 1, \dots, L-1$, e L é o número de níveis de cinza da imagem.

n = número total de pixels na imagem

n_k = número de pixels cujo nível de cinza corresponde a k .

$P_r(r_k)$ = Probabilidade do K -ésimo nível de cinza.

Exemplo:

Seja uma imagem de 128x128 pixels cujas quantidades de pixels em cada nível de cinza são dadas na tabela abaixo: (8 Níveis de cinza)

$$n = 128 \times 128 = 16.384 \text{ pixels}$$

Nível de Cinza (r_k)	n_k	$P_r(r_k)=n_k/n$
0	1120	0,068
1	3214	0,196
2	4850	0,296
3	3425	0,209
4	1995	0,122
5	784	0,048
6	541	0,033
7	455	0,028

$$Pr(0) = 1120/16.384 \\ = 0.068$$

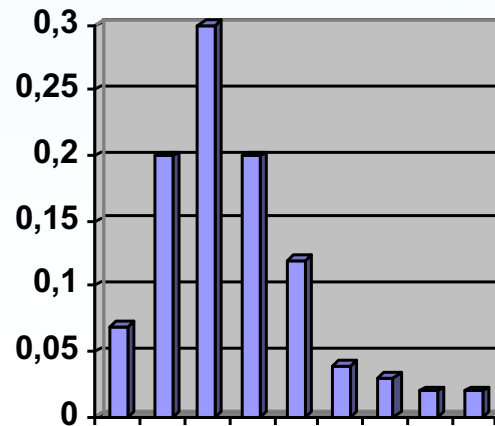
$$Pr(7) = 3214/16.384 \\ = 0,196$$

Características Importantes

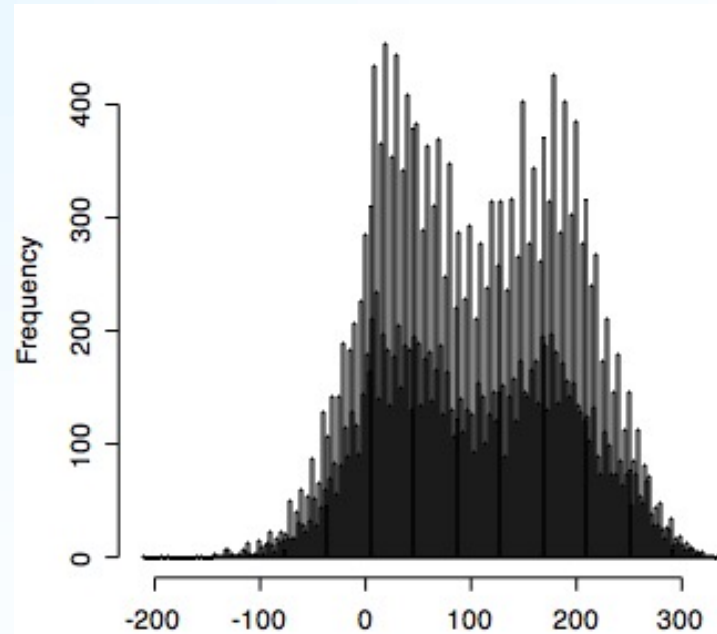
1) Um histograma é uma função de Distribuição de probabilidades

$$2) \sum P_r(r_k) = 1$$

3) Representação gráfica de um Histograma

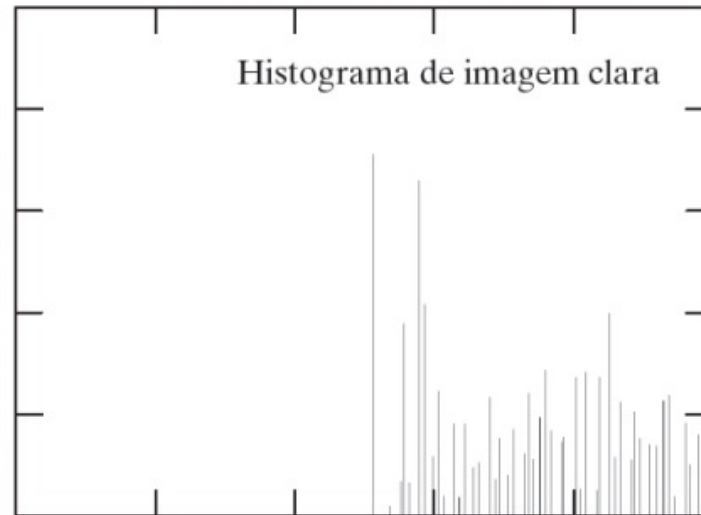
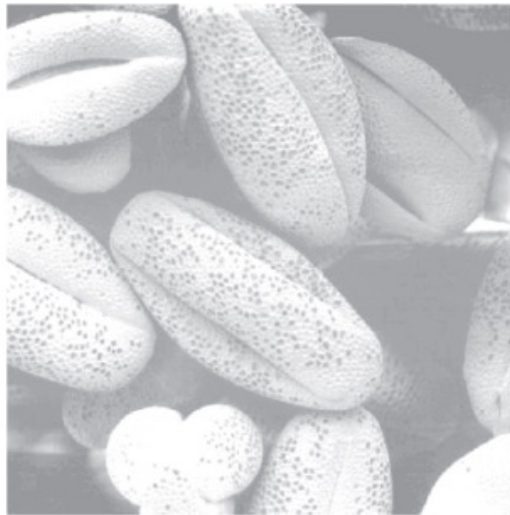
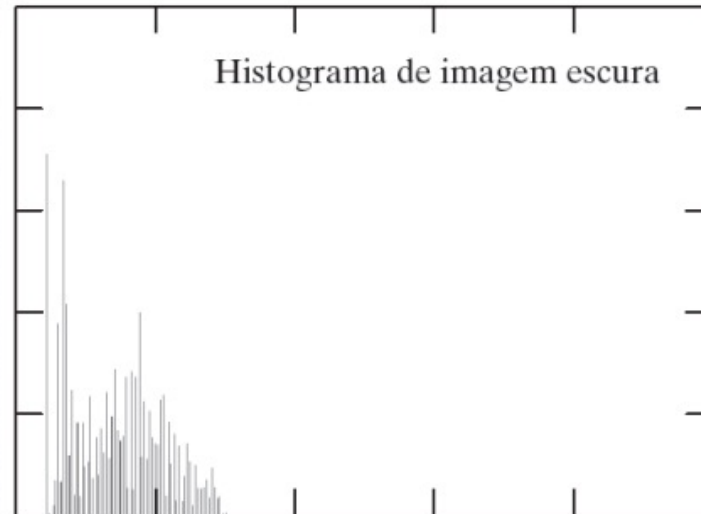
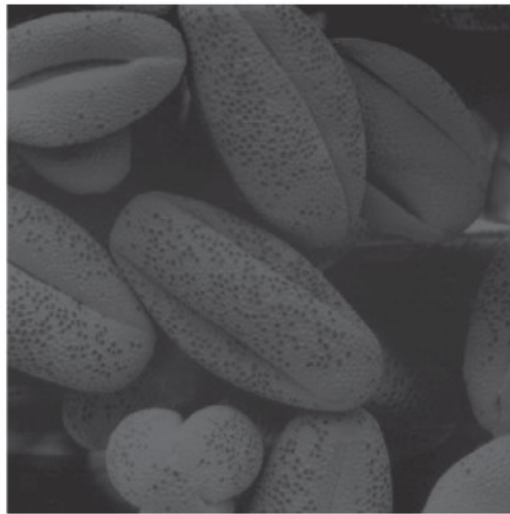


Exemplos de Histogramas



Obs: O Histograma não traz informação posicional sobre os pixels da Imagem

Exemplos de Histogramas



Exemplos de Histogramas

