

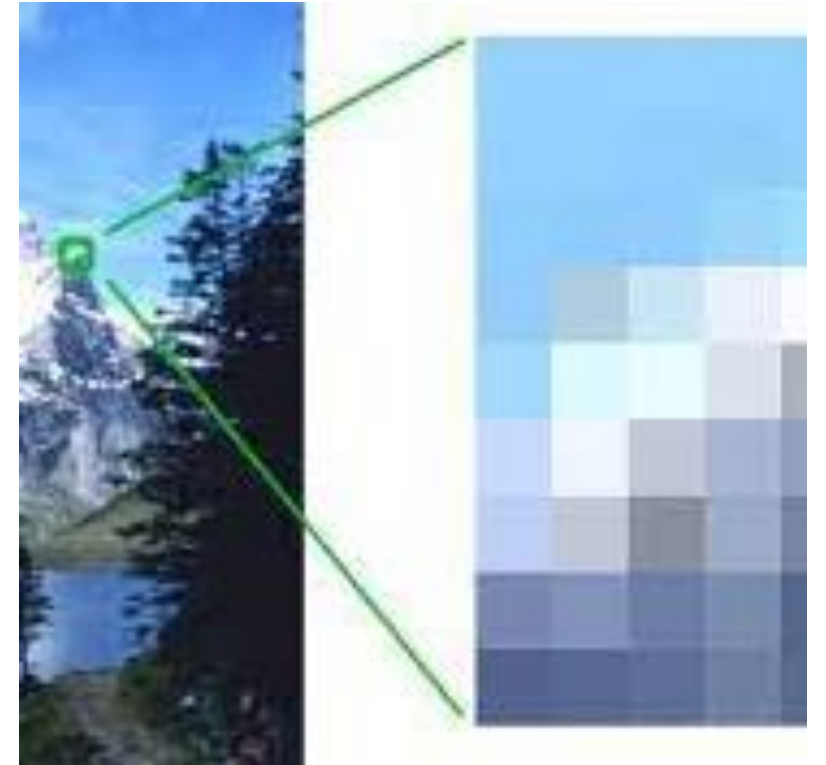
The background of the slide is a dark blue grid. Each cell in the grid contains a two-digit hexadecimal character (0-9, A-F) in a lighter blue color. The characters are arranged in a way that creates a sense of depth and digital data. The text 'REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS' is overlaid on the bottom of the grid.

**REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS**



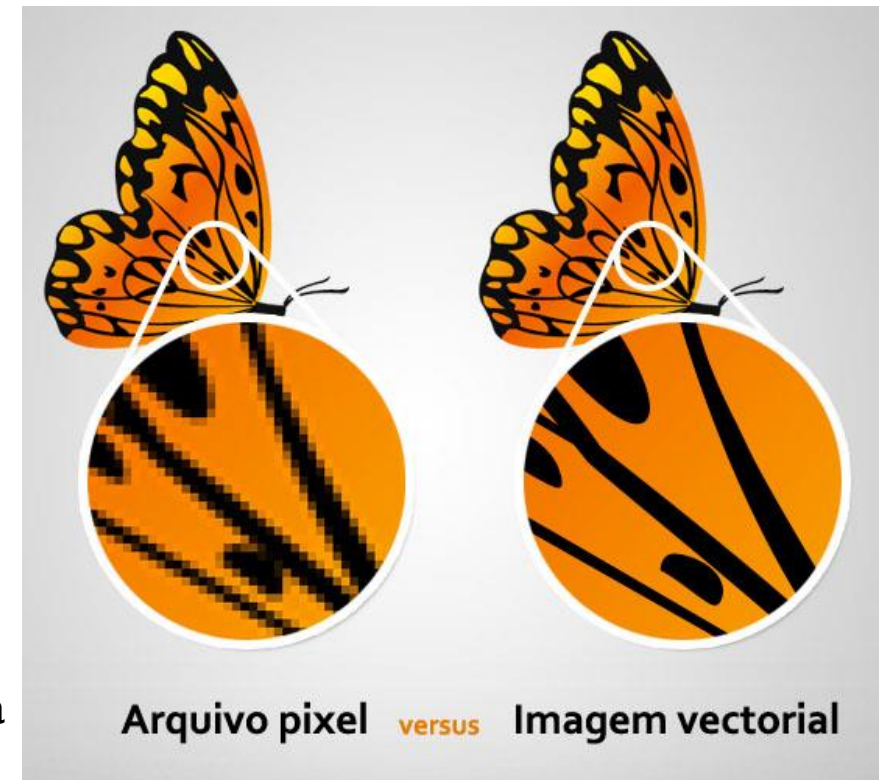
# BITMAP

- Bitmap é um tipo de imagem bastante comum (**mapa de bits**).
- Isso quer dizer que o Bitmap é composto por **pixels**, um conjunto de pontos que possuem uma informação de cor.
- Os agrupamentos de pixel, por sua vez, fazem com que nossos olhos consigam identificar os elementos e a imagem como um todo. (reconstrução mental)
- Para medir a qualidade e resolução de uma imagem Bitmap existe uma métrica chamada **DPI — Dots Per Inch** (quantidade de pixels por polegada)
  - Quanto **maior o DPI mais nítida a imagem**,
  - Por exemplo, uma imagem a 500 DPI possui 500 pixels por polegada que compõem uma imagem mais nítida do que uma de 100 DPI.
- Uma das desvantagens do Bitmap é o **redimensionamento** da imagem.
  - Aumentar ou reduzir uma imagem Bitmap faz com que pixels sejam eliminados ou interpolados. Em ambos os casos há uma perda na qualidade da imagem.



# BITMAP X VETORIAL

- Por serem baseados em vetores, essa faz desenhos e gráficos geralmente mais leves (ocupam menos espaço de armazenamento) e não perdem qualidade ao serem ampliados, já que transformam por funções matemáticas adequadamente os elementos (quanto a escala e outras facilmente)
- Isso não ocorre com gráficos raster (bitmap) que perdem a qualidade
- Outra vantagem do desenho vetorial é a possibilidade de isolar objetos e zonas, tratando-as independentemente, facilitando animações e combinações geométricas para compor objetos



# FORMATOS DE IMAGEM DIGITAL

## JPEG/JPG (*Joint Photographic Experts Group*)

- **Características:** Permite o uso de diversas técnicas de compressão, sendo que a maioria delas apresenta perdas, o que significa que a imagem original não será exatamente idêntica à imagem recuperada após a descompressão. A taxa de compressão pode ser determinada pelo usuário. Suporta cores com até 24 bits
- **Aplicações:** Armazenamento digital de fotografias. Apresentação de imagens na Internet.
- **Vantagens:** Oferece a maior taxa de compressão existente para imagens fotográficas. Ao lado do padrão GIF, constitui um dos padrões para arquivos de imagens apresentadas na Internet.
- **Desvantagens:** O padrão ainda está em desenvolvimento e existem algumas opções incompatíveis entre si.  
A compressão e descompressão por software é um tanto lenta.



# FORMATOS DE IMAGEM DIGITAL

## GIF (Graphics Interchange Format)

- **Características:** Suporta cores de até 24 bits numa palheta de até 256 cores em imagens de até 65536 por 65536 pixels. Utiliza compressão de dados pela técnica LZW (Lempel–Ziv–Welch). Permite o armazenamento de múltiplas imagens num mesmo arquivo, possibilitando animações. Suporta cores com até 24 bits
- **Aplicações:** Artes gráficas, editoração eletrônica, apresentação de imagens na Internet.
- **Vantagens:** É um formato excelente para troca de dados entre diferentes plataformas com boas taxas de compressão.
- **Desvantagens:** Não apresenta possibilidade de armazenamento de tabelas de tons de cinza nem de correção de cor. Também não possibilita representação dos dados nos modelos CMYK (cyan, magenta, yellow e key) e HSI (hue, saturation, intensity -- matiz, saturação, intensidade).

# FORMATOS DE IMAGEM DIGITAL

## **PNG (Portable Network Graphics)**

- **Características:** Possui uma variação de cores muito maior do que a do GIF. Também é possível deixar o fundo da imagem transparente (canal alpha). Seu algoritmo de compactação é mais eficiente, garantindo maior qualidade.
- **Aplicações:** estratégias digitais e até mesmo em arquivos gráficos, como logos e ilustrações.
- **Vantagens:** o bom equilíbrio entre peso e qualidade, de um lado, e o suporte a transparências, do outro.
- **Desvantagens:** se a imagem exige muita qualidade, pode ser melhor usar outro formato, e se ela precisa ser leve, pode ser melhor usar .jpg mesmo.



# FORMATOS DE IMAGEM DIGITAL

## TIFF (Tag Image File Format)

- **Características:** Suporta cores com até 48 bits ou uma palheta de 65536 cores. Permite dados de transparência e opacidade. O tipo de compressão utilizado varia com a versão do formato (RLE, LZW, PackBits, Huffmann Modificada, Fac-símile Grupos 3 e 4 ou nenhuma)
- **Aplicações:** Artes gráficas, editoração eletrônica.
- **Vantagens:** É suportado por diversas plataformas de hardware, sendo especialmente útil para troca de dados entre plataformas diferentes. É um formato adequado para vários tipos de aplicação e é muito bem documentado. Apresenta boas taxas de compressão.
- **Desvantagens:** A versatilidade do TIFF promove algumas dificuldades, devidas às inúmeras possibilidades de criação de extensões do formato.

## EXERCÍCIO 2:

Considerando o artigo selecionado no Exercício 1 comente sobre o formato de imagem usada.

Considerando o mesmo problema/aplicação quais outros formatos de imagens poderia ser usado?



# COMPONENTES DE UM SISTEMA DE PROCESSAMENTO



SENSORES DE  
IMAGEM



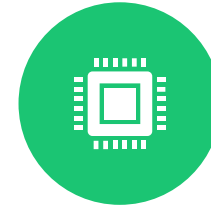
HARDWARE PARA  
PI



SOFTWARE PARA PI



ARMAZENAMENTO



COMPUTADOR



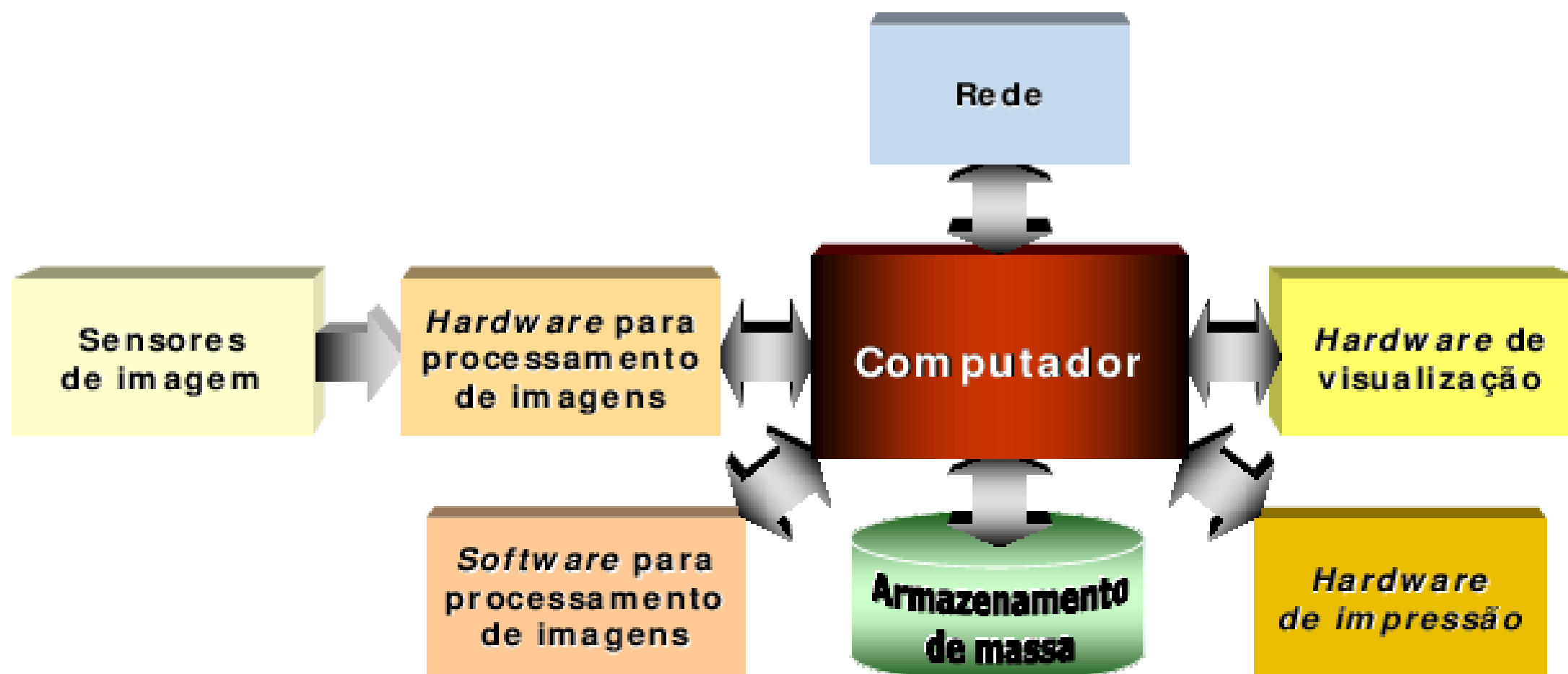
HARDWARE DE  
VISUALIZAÇÃO



HARDWARE DE  
IMPRESSÃO



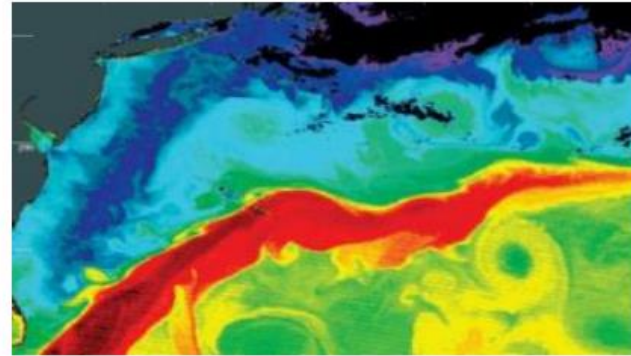
REDE



## Espectro visível



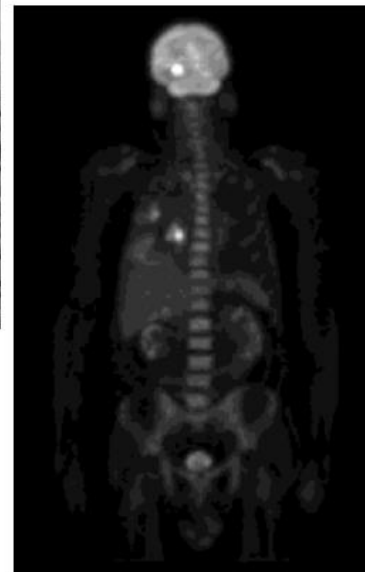
## Infra-vermelho



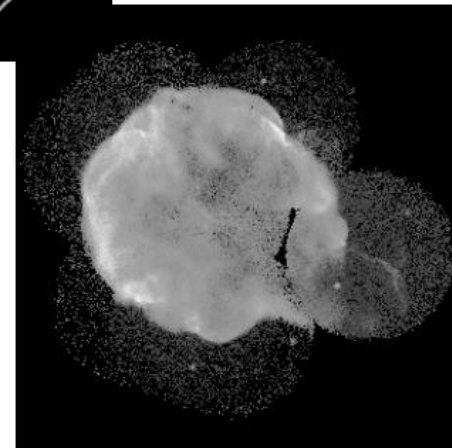
# AQUISIÇÃO DE IMAGENS

# AQUISIÇÃO DE IMAGENS

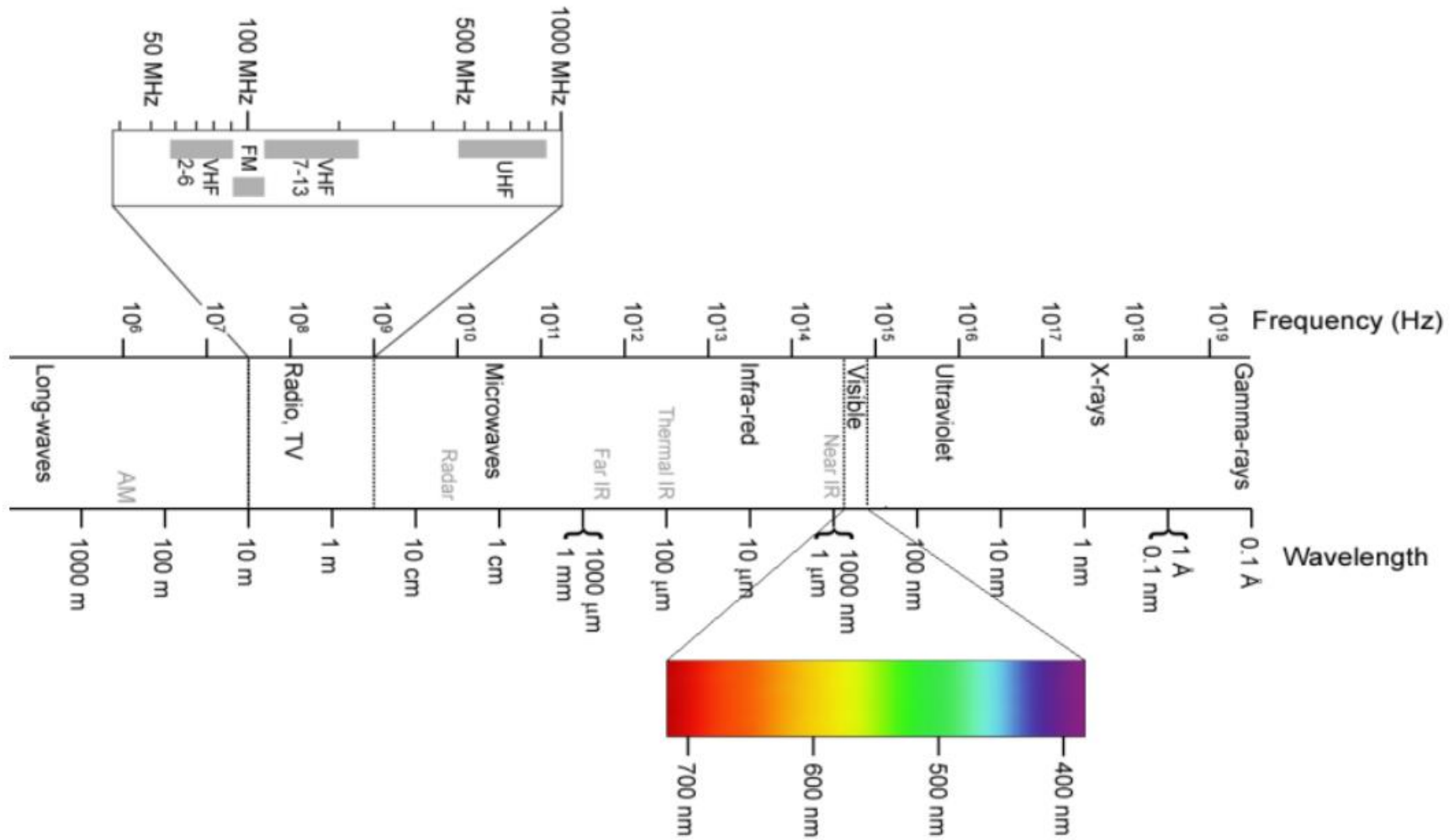
Raio gama



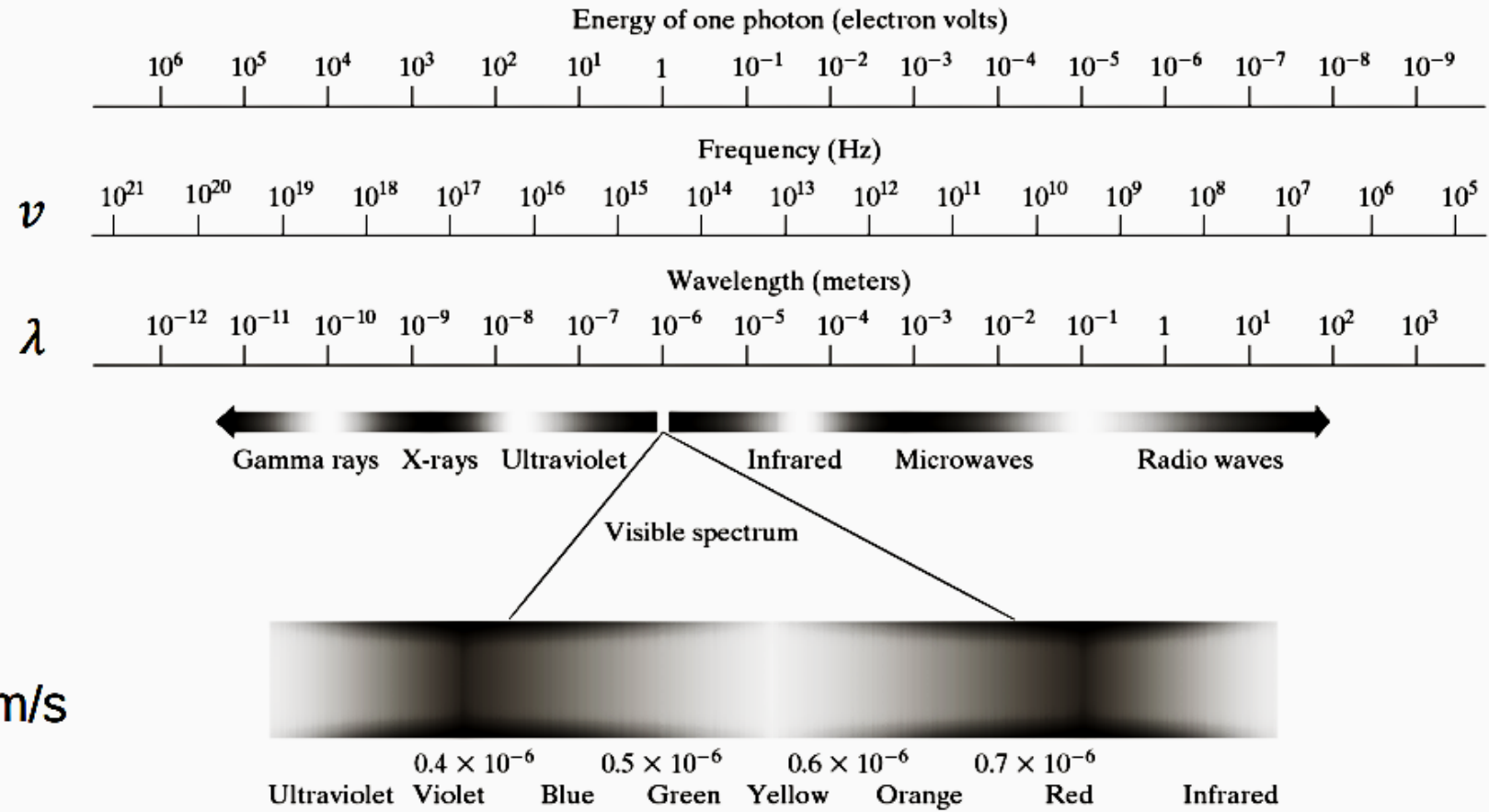
Raio X







# ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



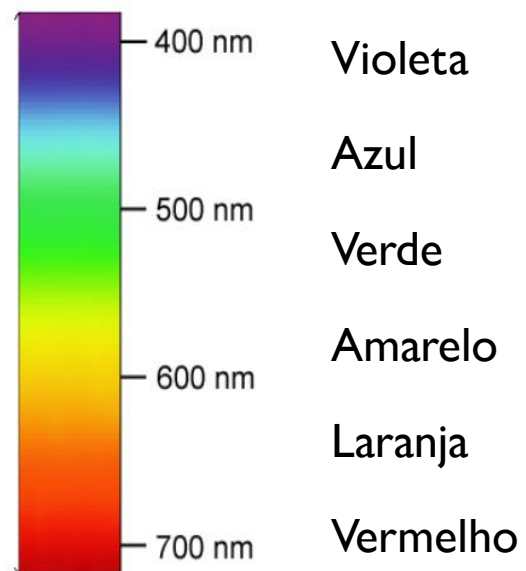
$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$
$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

# ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



# LUZ

Luz é um tipo particular de radiação eletromagnética que pode ser percebida pelo olho humano.

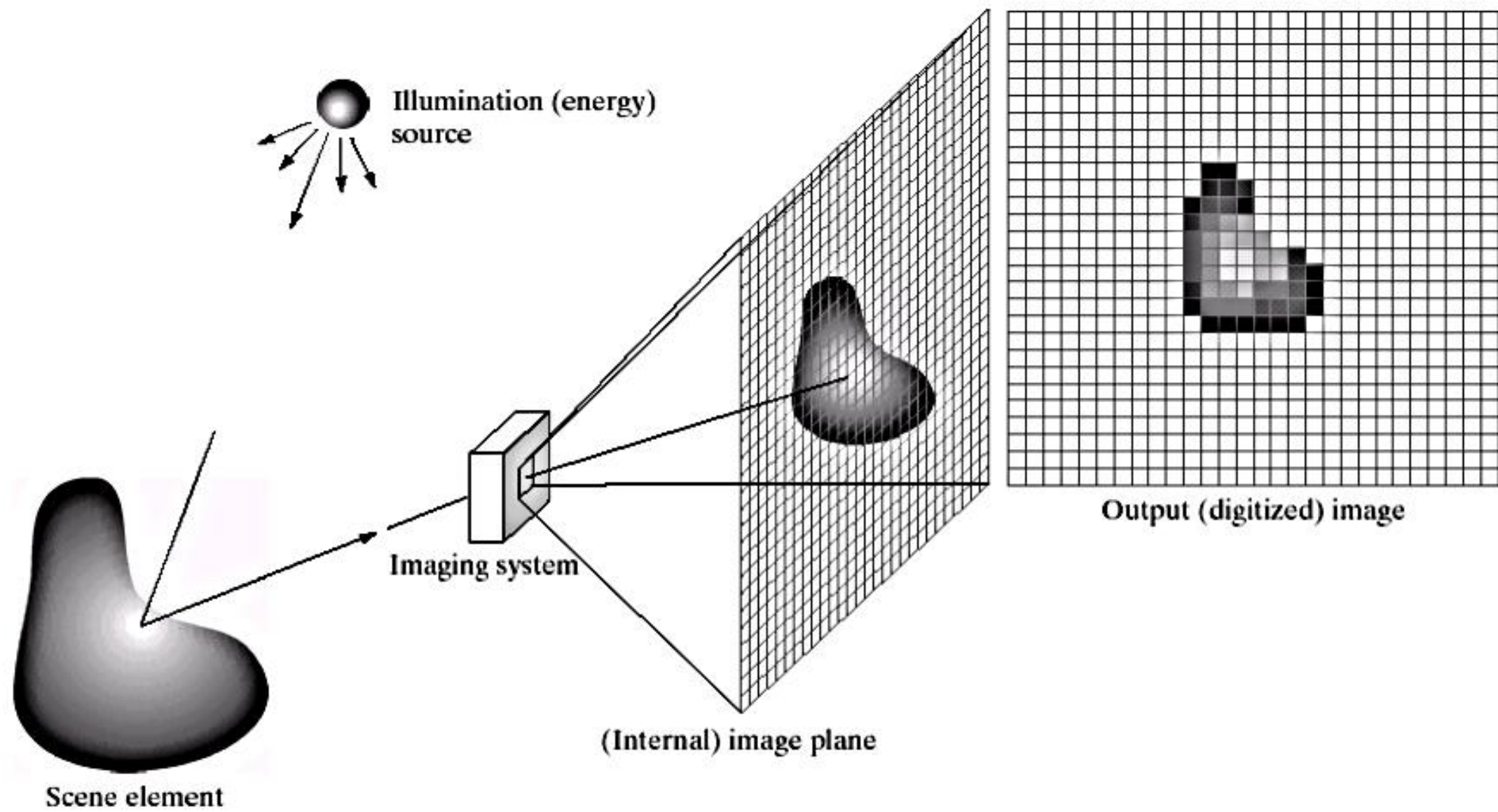


# LUZ

- Luz sem cor
  - Luz monocromática ou acromática
  - Único atributo da luz monocromática é sua intensidade
  - Intensidade/Nível de cinza
- Outras medidas básicas de luz cromática
  - Radiância (energia emitida)
  - Luminância (energia percebida)
  - Brilho: noção acromática de intensidade







# REPRESENTAÇÃO



Amostragem: consiste em discretizar o domínio da imagem nas direções  $x$  e  $y$ , gerando uma matriz de  $M \times N$  amostras;



Quantização: consiste em escolher o número  $L$  de níveis de cinza (em imagens monocromáticas) permitidos para cada imagem, ( $L = 2^k$ ).

Retomaremos no próximo capítulo



## 2. FUNDAMENTOS DE IMAGENS DIGITAIS

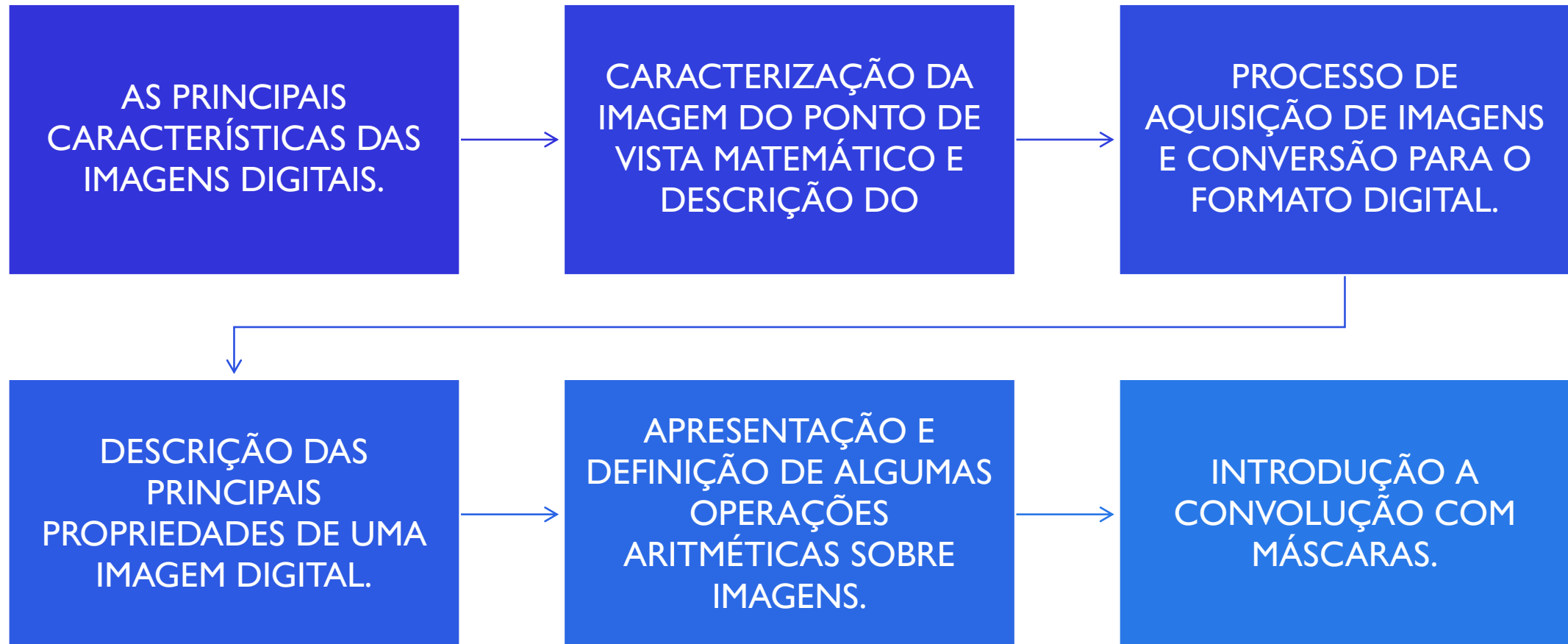
PROF. DR. WEMERSON DELCIO  
PARREIRA

UNIVERSIDADE DO VALE DO  
ITAJAÍ

CCOMP-POLI

PARREIRA@UNIVALI.BR

# FUNDAMENTOS DAS IMAGENS DIGITAIS





# MODELO DE IMAGEM

- Uma imagem monocromática pode ser descrita matematicamente por
- uma função  $f(x, y)$  da intensidade luminosa, sendo seu valor, em
- qualquer ponto de coordenadas espaciais  $(x, y)$  proporcional ao brilho (ou
- nível de cinza) da imagem naquele ponto.

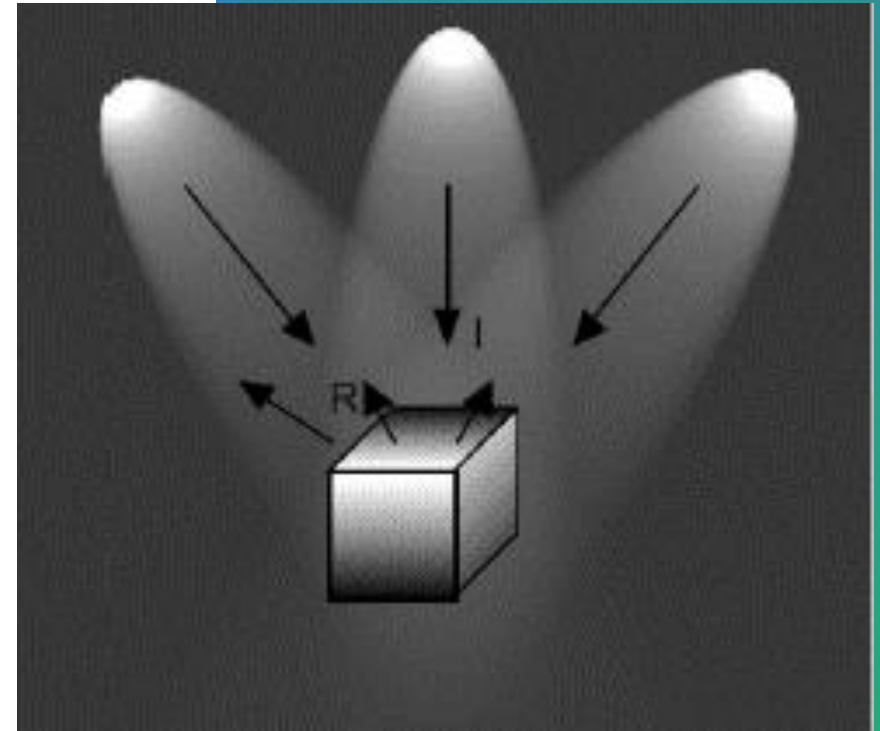


# MODELO DE IMAGEM

A função  $f(x, y)$  representa o produto da interação entre a iluminância  $i(x, y)$  (que exprime a qualidade de luz que incide sobre o objeto) e as propriedades de reflectância ou de transmitância próprias do objeto, que podem ser representadas pela função  $r(x, y)$ , cujo valor exprime a fração de luz que o objeto vai transmitir ou refletir ao ponto  $(x, y)$ :

$$f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$$

com  $0 < i(x, y) < \infty$  e  $0 < r(x, y) < 1$ .



# MODELO EM ESCALA DE CINZA

$r(x,y)$	
0,93	neve
0,8	parede brando-fosca
0,65	aço inoxidável
0,01	veludo preto

$i(x,y)$	
900	dia ensolarado
100	dia nublado
10	iluminação média de escritório
0,001	noite clara de lua cheia

- Trataremos a intensidade de uma imagem monocromática  $f$  nas coordenadas  $(x, y)$  será denominada nível de cinza ( $L$ ) da imagem naquele ponto.
- Assim, temos:  $L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$
- O intervalo  $[L_{\min}, L_{\max}]$  é denominado escala de cinza.
- Comumente deslocamos o intervalo anterior para valores inteiros no intervalo  $[0, W)$ , com  $W$  uma potência inteira positiva de 2.
- Usaremos  $L = 0$  para pixel preto e  $L = W - 1$  para pixel branco.

# OBSERVAÇÕES



Uma imagem que possua informações em intervalos ou bandas distintas de frequência é necessário uma função  $f(x, y)$  para cada banda.



Exemplo: Imagens coloridas padrão RGB, que são formadas por informação de cores primárias aditivas, como o vermelho (R – red), verde (G – green) e azul (B – blue)



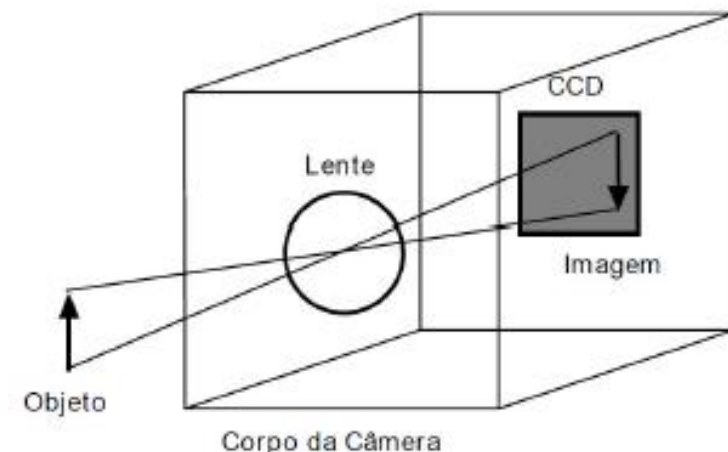
Para converter uma cena real em uma imagem digitalizada, duas etapas são imprescindíveis: a aquisição e a digitalização.



# AQUISIÇÃO E DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS

## Aquisição:

- Esta etapa se resume ao processo de transdução optoeletrônica, que é o processo de conversão de uma cena real tridimensional em uma imagem analógica.
- Ocorre uma redução da dimensionalidade 3-D para 2-D.
- O dispositivo de aquisição de imagens mais utilizado atualmente é a câmera CCD (Charge Coupled Device).
- Um dispositivo de carga acoplada (CCD) é um circuito integrado contendo uma matriz de capacitores ligados ou acoplados



# AQUISIÇÃO

- Consiste de uma **matriz de células semicondutoras fotossensíveis**, que atuam como capacitores, armazenando a carga elétrica proporcional à energia luminosa incidente
- O sinal elétrico produzido é condicionado por circuitos eletrônicos especializados, produzindo à saída um analógico monocromático **Sinal Composto de Vídeo (SCV)**
- Para aquisição de imagens coloridas utilizando CCDs é necessário um conjunto de prismas e filtros de cor encarregados de decompor a imagem colorida em suas componentes R, G e B, cada qual capturada por um CCD independente.
- Os sinais eletrônicos correspondentes a cada componente são combinados posteriormente conforme o padrão de cor utilizado.

# DIGITALIZAÇÃO

- Processo de discretização espacial e em amplitude do sinal analógico adquirido para processamento computacional
- Denominamos **amostragem o processo de discretização espacial**
- Quantização refere-se ao processo de discretização em amplitude

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

- Maiores valores de M e N implicam em uma imagem de maior resolução
- A quantização faz com que cada um destes pixels assuma um valor inteiro em  $(0, 2^n - 1)$ .
- Quanto maior o valor de n, maior o número de níveis de cinza presentes na imagem digitalizada.

# OBSERVAÇÕES

- Do ponto de vista eletrônico, a digitalização consiste em uma **conversão analógico-digital** na qual o **número de amostras do sinal contínuo por unidade de tempo** indica a taxa de amostragem e o **número de bits do conversor AD** utilizado determina o **número de tons de cinza** resultantes na imagem digitalizada.
- Na especificação do processo de digitalização deve-se decidir que valores  $M, N$  e  $n$  são adequados, do ponto de vista de **qualidade de imagem e de quantidade de bytes** necessários para armazená-la.

$N$	$n$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	512	512	1.024	1.024	1.024	1.024
64	512	1.024	2.048	2.048	4.096	4.096	4.096	4.096
128	2.048	4.096	8.192	8.192	16.384	16.384	16.384	16.384
246	8.192	16.384	32.768	32.768	65.536	65.536	65.536	65.536
512	32.768	65.536	131.072	131.072	262.144	262.144	262.144	262.144
1.024	131.072	262.144	393.126	524.288	655.360	786.432	917.504	1.048.576



## Efeito da redução dos níveis de cinza de uma imagem $442 \times 299$



(a)



(b)

(a) 256 níveis de cinza

(b) 128 níveis de cinza



(c)



(d)

(c) 64 níveis de cinza

(d) 32 níveis de cinza



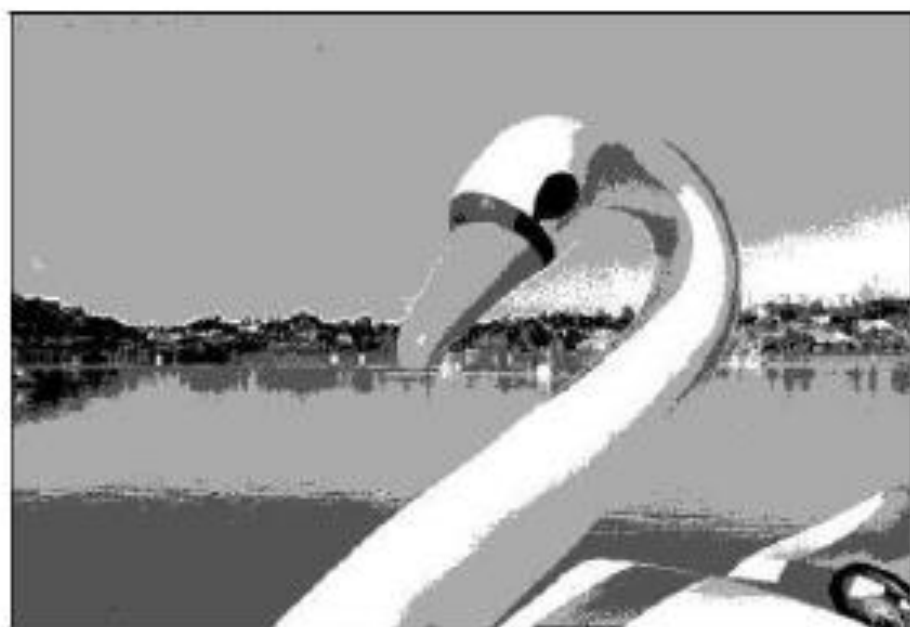
(e)



(f)

(e) 16 níveis de cinza

(f) 8 níveis de cinza



(g)



(h)

(a) 4 níveis de cinza

(b) 2 níveis de cinza

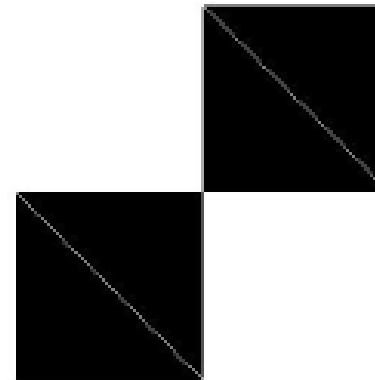
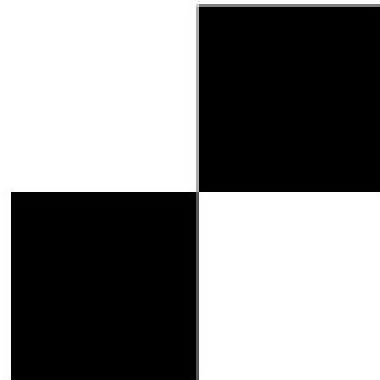


# OBSERVAÇÕES

- Para obter uma imagem digital de qualidade semelhante a de uma imagem de televisão P&B, são necessários  $512 \times 512$  pixels e 128 níveis de cinza
- Em geral, 64 níveis de cinza são considerados suficientes para o olho humano
- ⇒ Apesar disto, a maioria dos sistemas de visão artificial utiliza imagens com 512 níveis de cinza
- Os processo de amostragem e quantização podem ser aprimorados usando técnicas adaptativas
- ⇒ O principal obstáculo para a implementação destas técnicas é a necessidade de identificação prévia das regiões presentes na imagem e das fronteiras entre elas.

# EXERCÍCIO 3:

Gere, usando a linguagem do seu interesse, as seguintes imagens (exibir os comandos usados na geração de cada uma delas)  $256 \times 256$ :



# EXERCÍCIO 4:

01

Implemente um algoritmo para abrir uma imagem em formato tif

02

Verificar se a imagem está em Escala de cinza, caso contrário faça a conversão, use  $C = 0,29R + 0,59G + 0,11B$

03

Converta a imagem para diferentes escalas 32, 16, 8 e 2

04

Compare os resultados as diferenças.