



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
PPGER – PPGCC

Aula 2: Fundamentos da imagem digital

Visão Computacional
Prof. Dr. Pedro Pedrosa

pedrosarf@ifce.edu.br

professorpedro.com

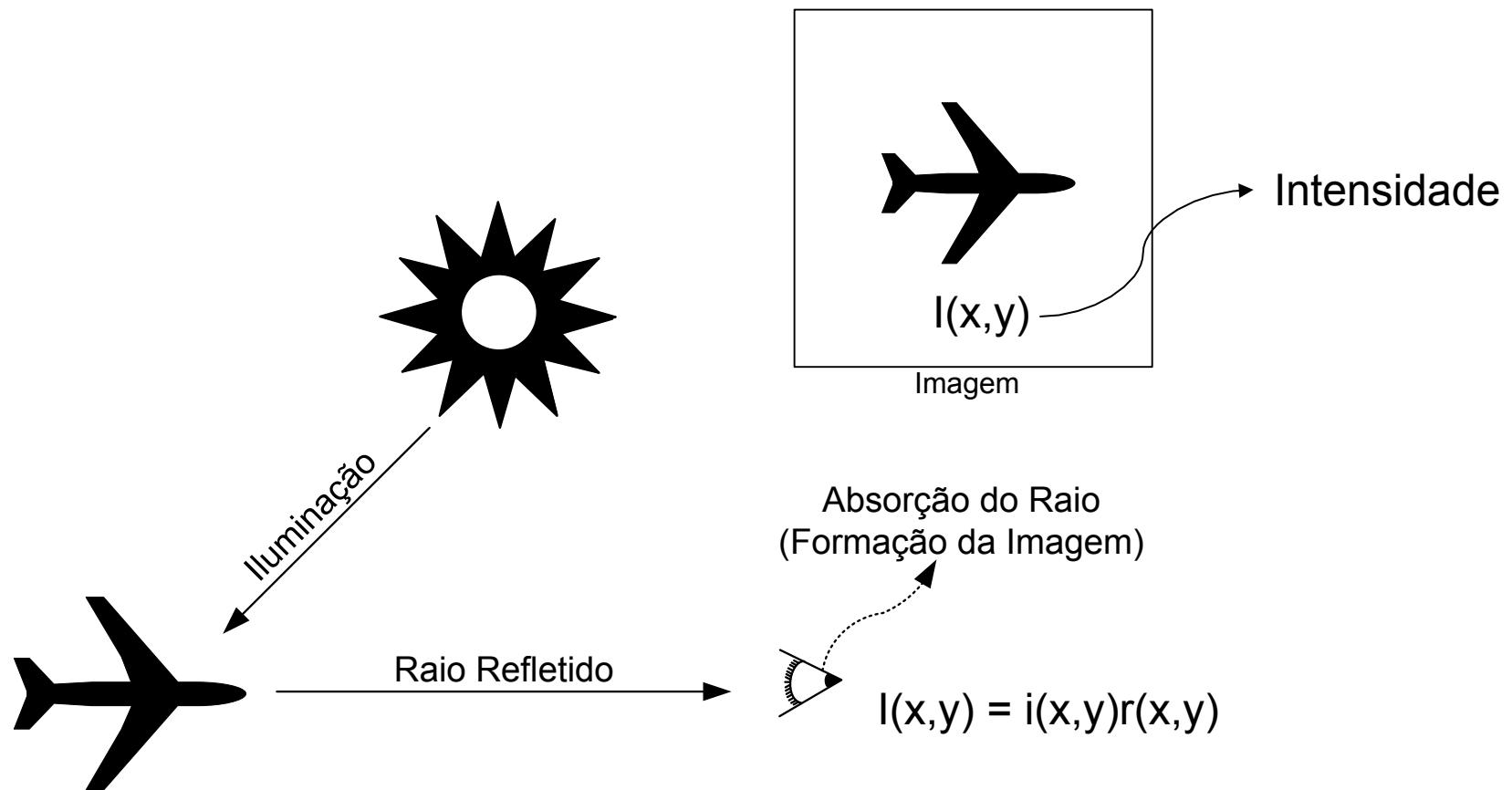
Índice

- Objetivos
- Definições
- Etapas fundamentais de PDI
 - Aquisição
 - Pré-processamento
 - Segmentação
 - Extração de Atributos
 - Reconhecimento de Padrões
- Conclusões
- Exemplos



Sistema Visual Humano

Percepção de Imagens



Sistema Visual Humano

Percepção de Imagens

- Formação da imagem no olho:

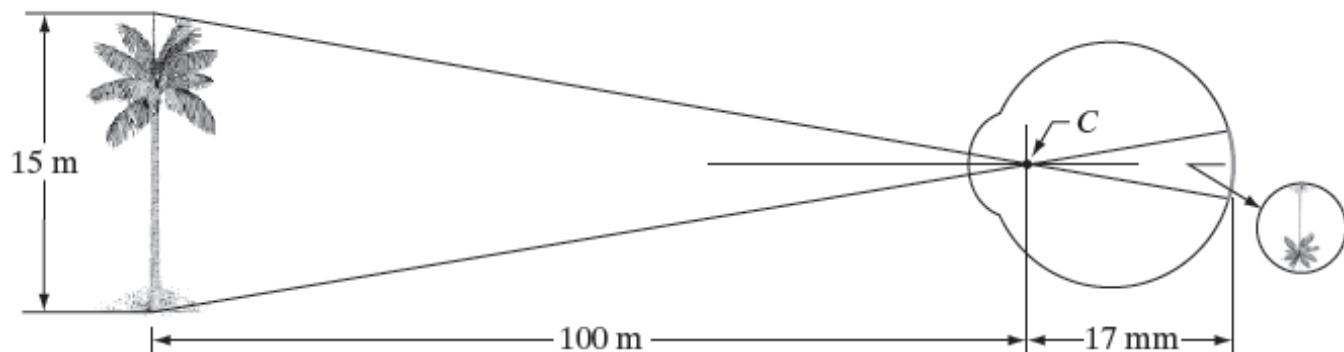


Figura 2.3 Representação gráfica do olho focalizando uma árvore. O ponto C é o centro óptico do cristalino.

Definições

- **Imagen Digital**

- Esta é discretizada através de amostragem tanto em coordenadas espaciais quanto em brilho. Uma imagem digital pode ser considerada como sendo uma matriz cujos índices de linhas e de colunas identificam um ponto na imagem (pixel)

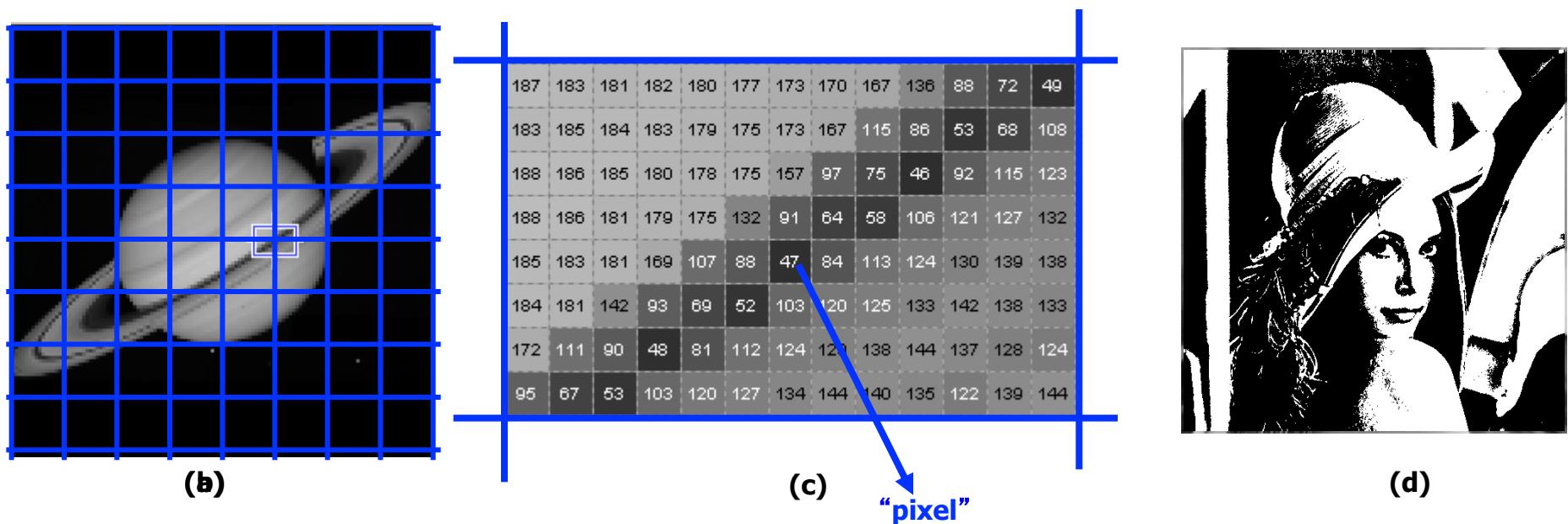
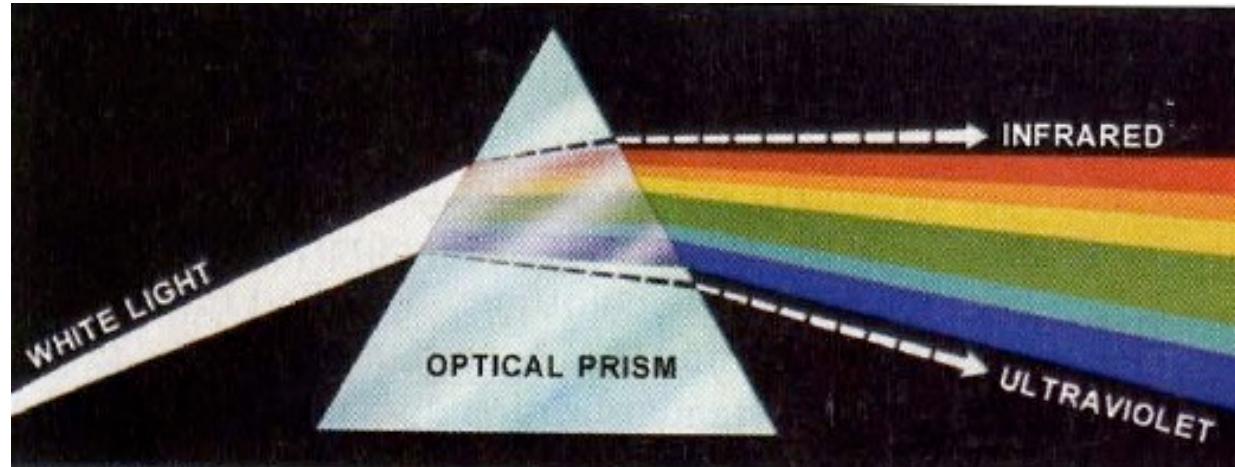


Figura 2 – exemplo de (a) imagem digital e (b) discretização (c) recorte mostrado em (a) (d) quantização



Fundamentos

- A percepção de cores se baseia na distinção dos diferentes comprimentos de onda contidos na luz.
- As características da luz varia de acordo com a reflexão e difração dela em diferentes meios.
- Um feixe de luz contendo apenas um comprimento de onda é conhecido como feixe acromático, a única variação é sua intensidade.



Fundamentos

- Espectro eletromagnético

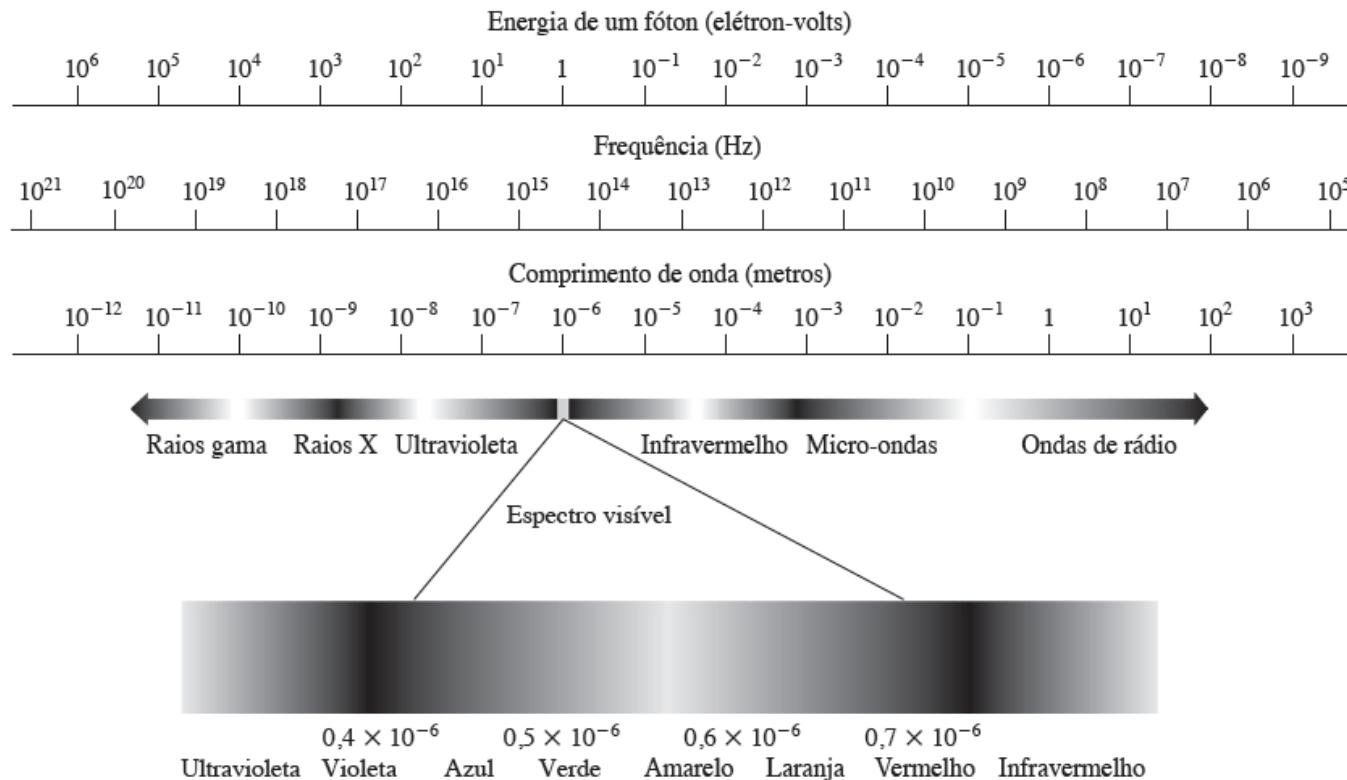
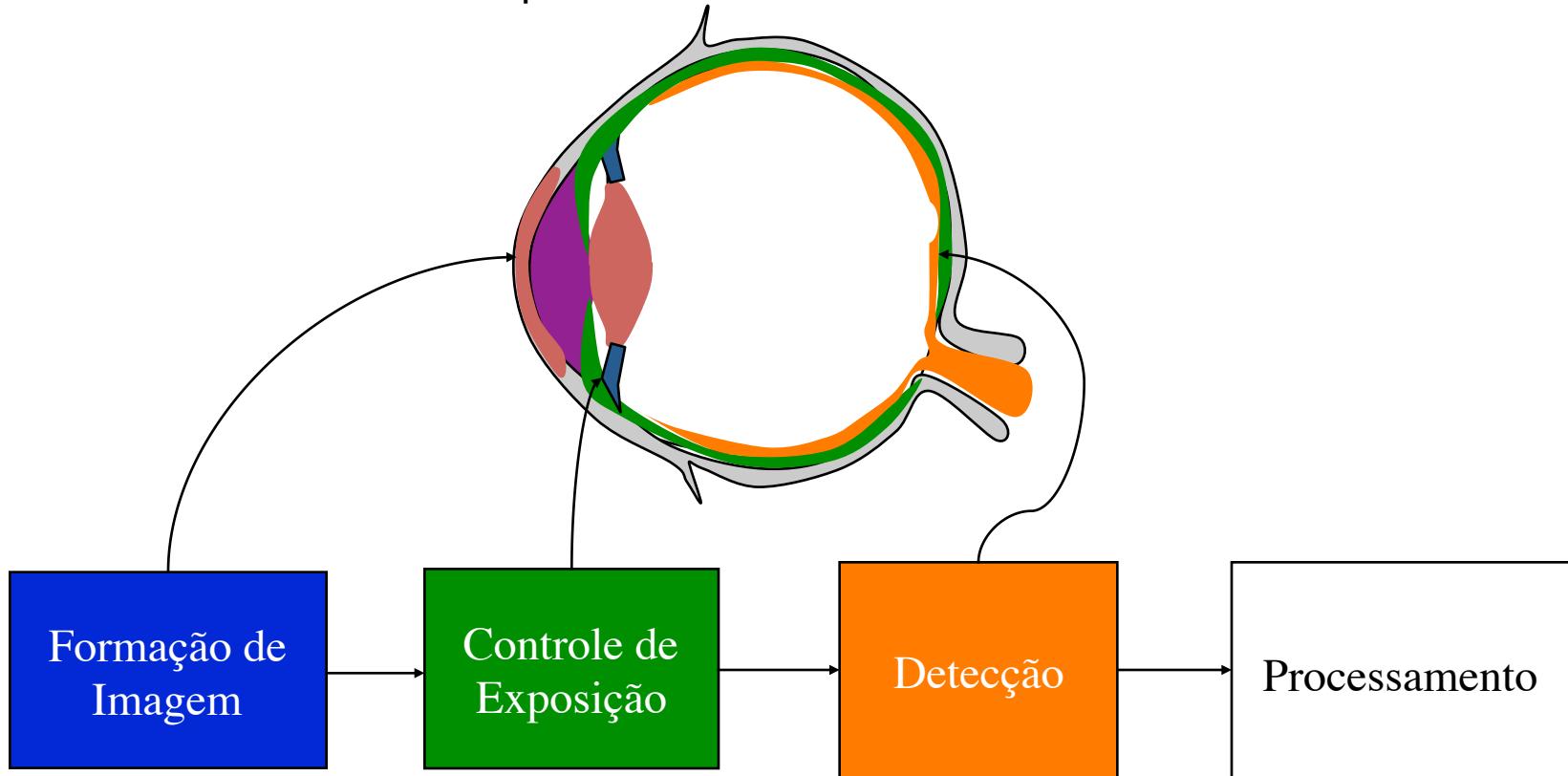


Figura 2.10 Espectro eletromagnético. O espectro visível foi ampliado na figura para facilitar a explicação, mas observe que o espectro visível representa uma parcela relativamente estreita do espectro EM.



Sistema Visual Humano

- 70% da nossa informação adquirida através da visão
- A visão é o nosso sentido mais importante



- Córnea
- lente

- Íris/pupila
- Photoreceptor

- Retina
- Bastonetes
- Cones

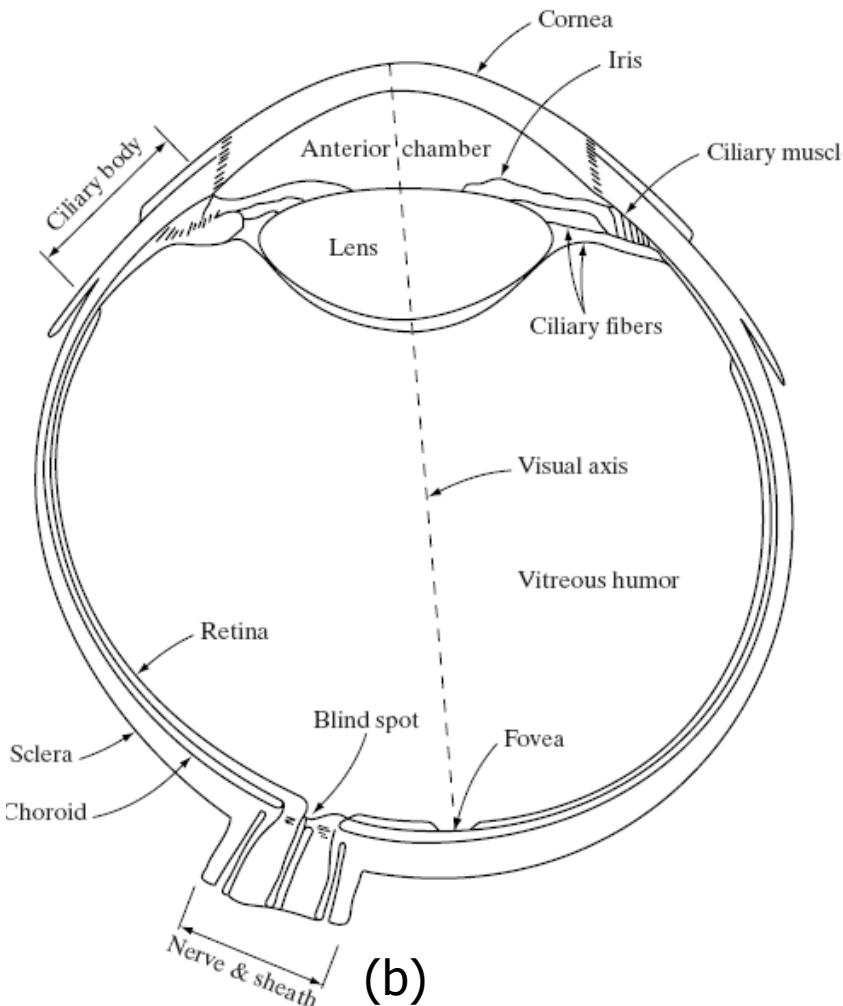
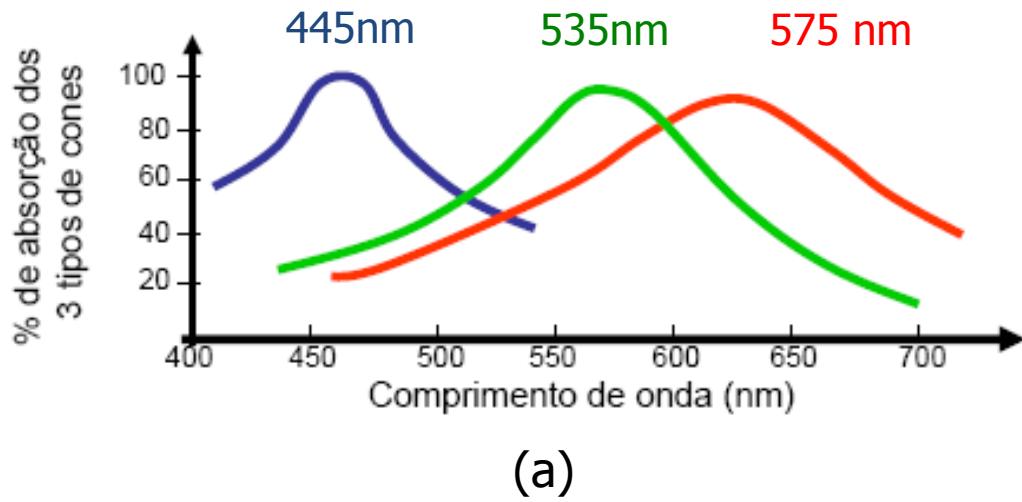
- Cérebro

8



Olho Humano

- Cones são responsáveis pela percepção da cor
 - 65 % percebem vermelho
 - 33 % percebem verde
 - 2 % percebem azul (estes são mais sensíveis que os outros)



a) sensibilidade para absorver a luz no olho humano b) olho humano

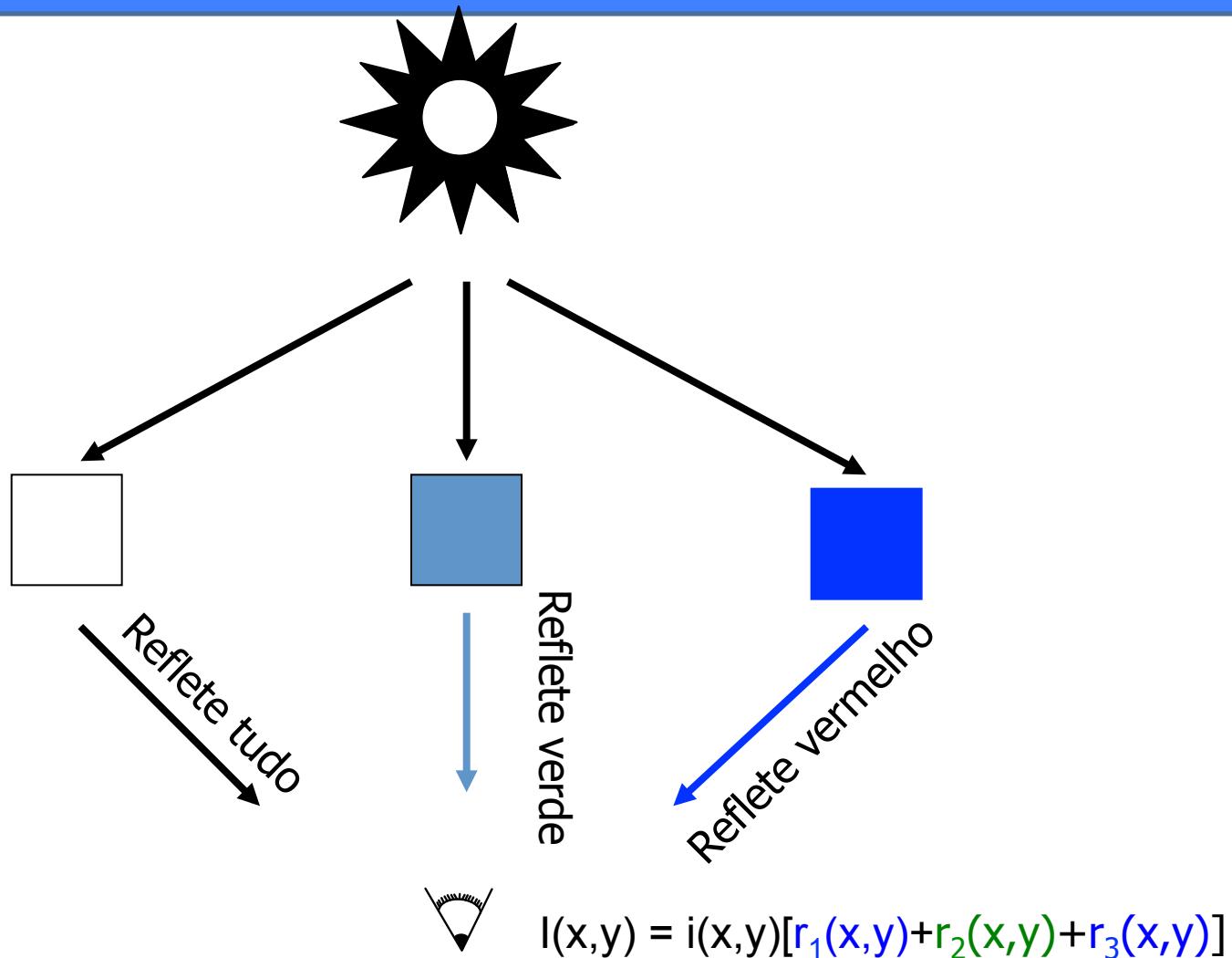


Formação de cores

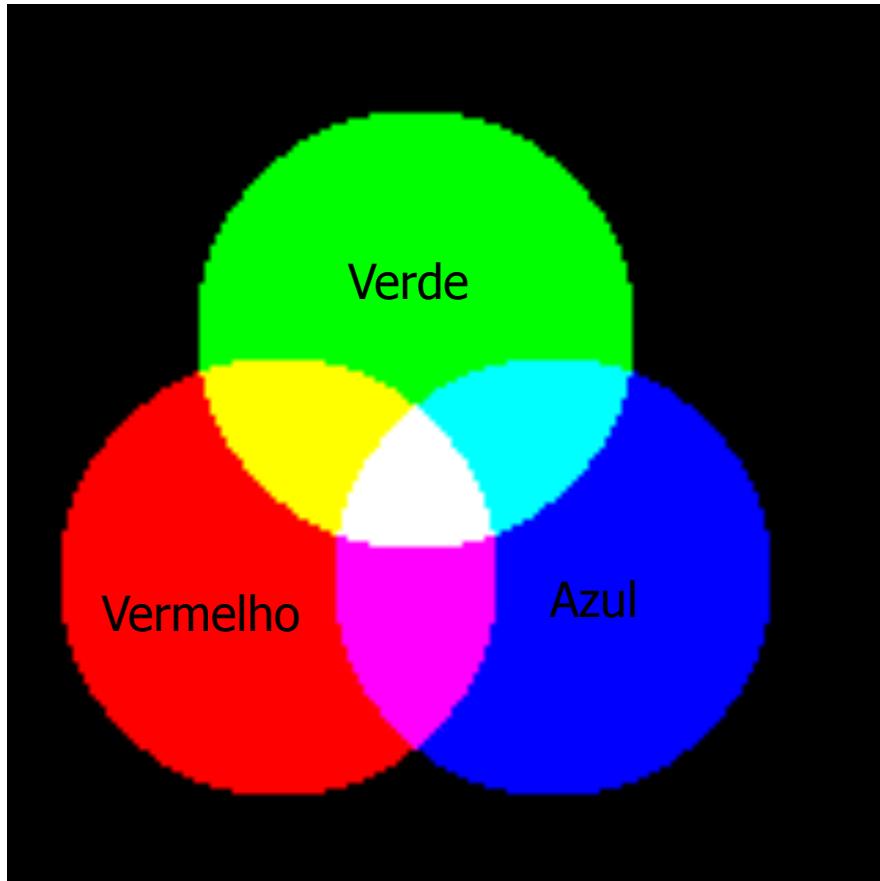
- No ser humano, todas as cores são percebidas como combinação das cores vermelho, verde e azul.
- As cores primárias da luz são definidas como os seguintes comprimentos de onda:
 - R = 700, G = 546.1 e B = 435,8 nm.
- As cores primária de pigmentos são definidas como cores que absorvem uma cor primaria da luz e reflete as outras duas:
 - Magenta = red + blue
 - Cyan = green + blue
 - Yellow = red + green



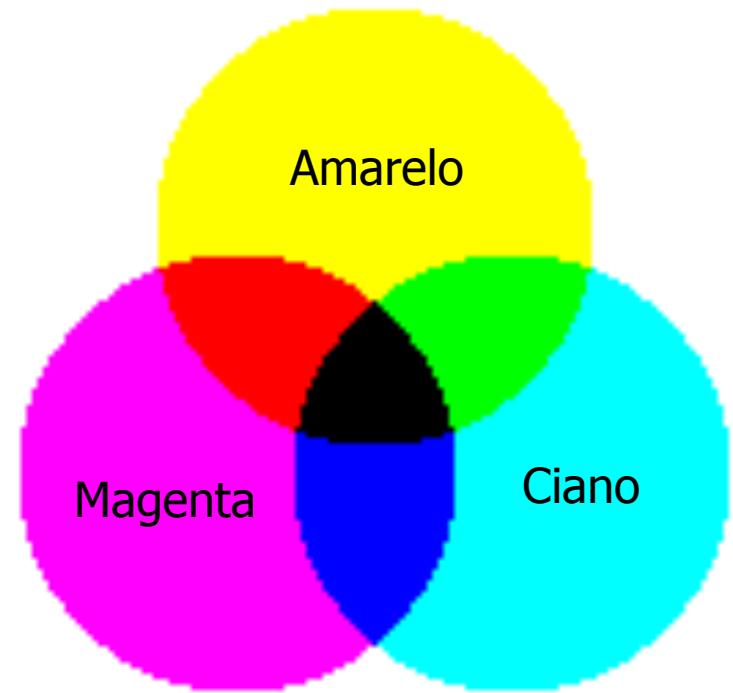
Fundamentos



Formação de cores



(a)

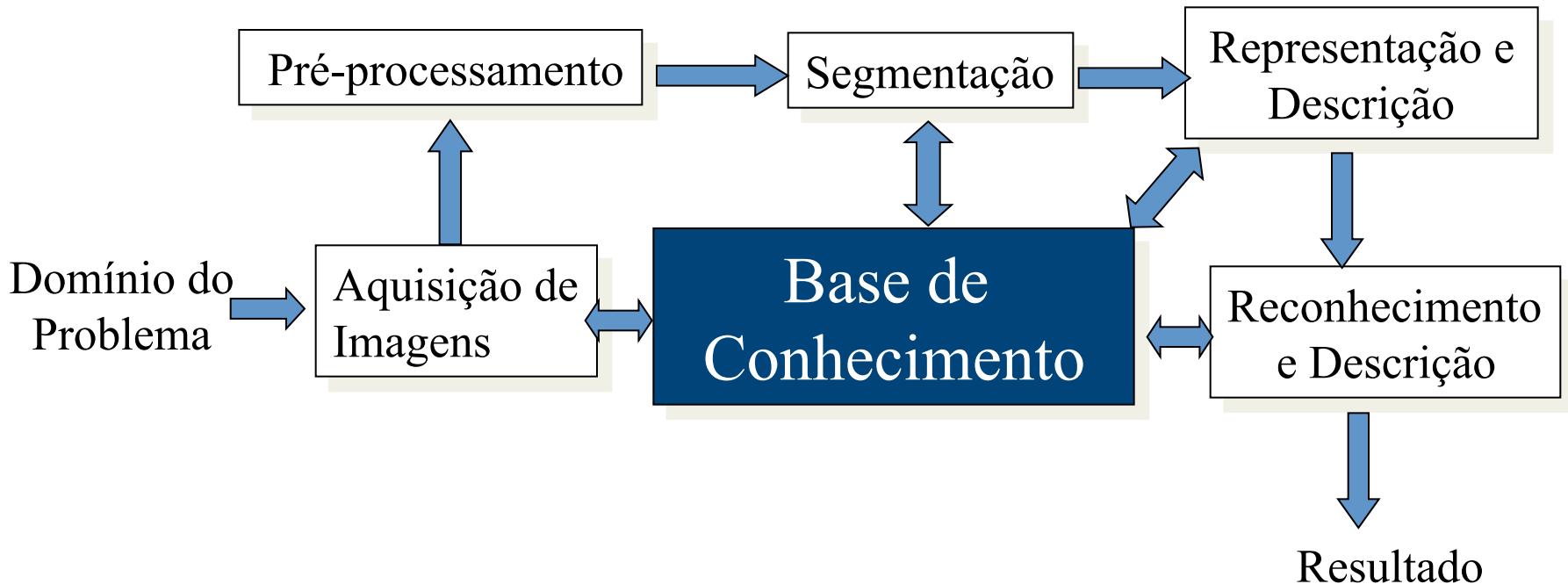


(b)



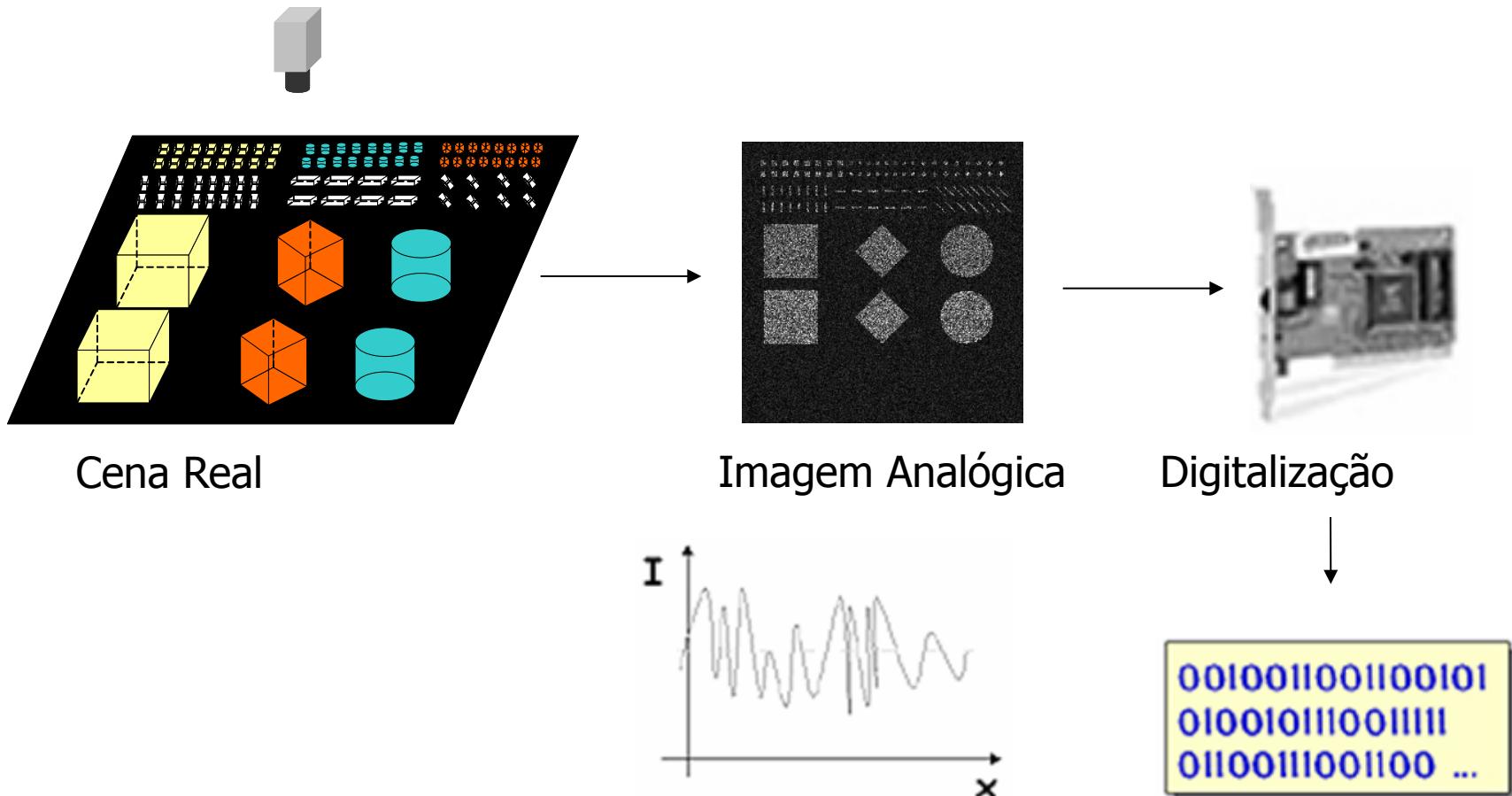
a) Cores primárias e secundárias e b) pigmentos primários e secundários

Etapas Fundamentais em PDI



Etapas Fundamentais em PDI

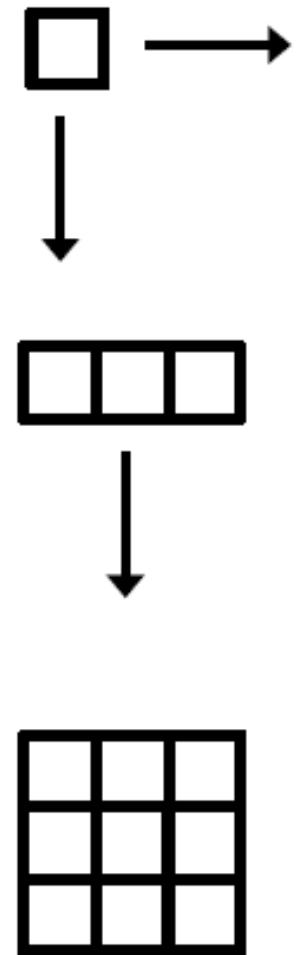
Aquisição



Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição: Tipos de Sensores

- Pontuais:
 - Apenas um elemento sensor que desloca para formar a imagem.
 - Exemplo: MEV
 - Complexidade para formar a imagem, mas custo baixo.
- Linear:
 - Um conjunto linear de elementos sensores que se deslocam juntos:
 - Exemplo: Scanner
- Matricial:
 - Um conjunto que adquire em um único momento uma imagem 2D.
 - Exemplo: Câmera Digital



Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição: Tipos de Sensores

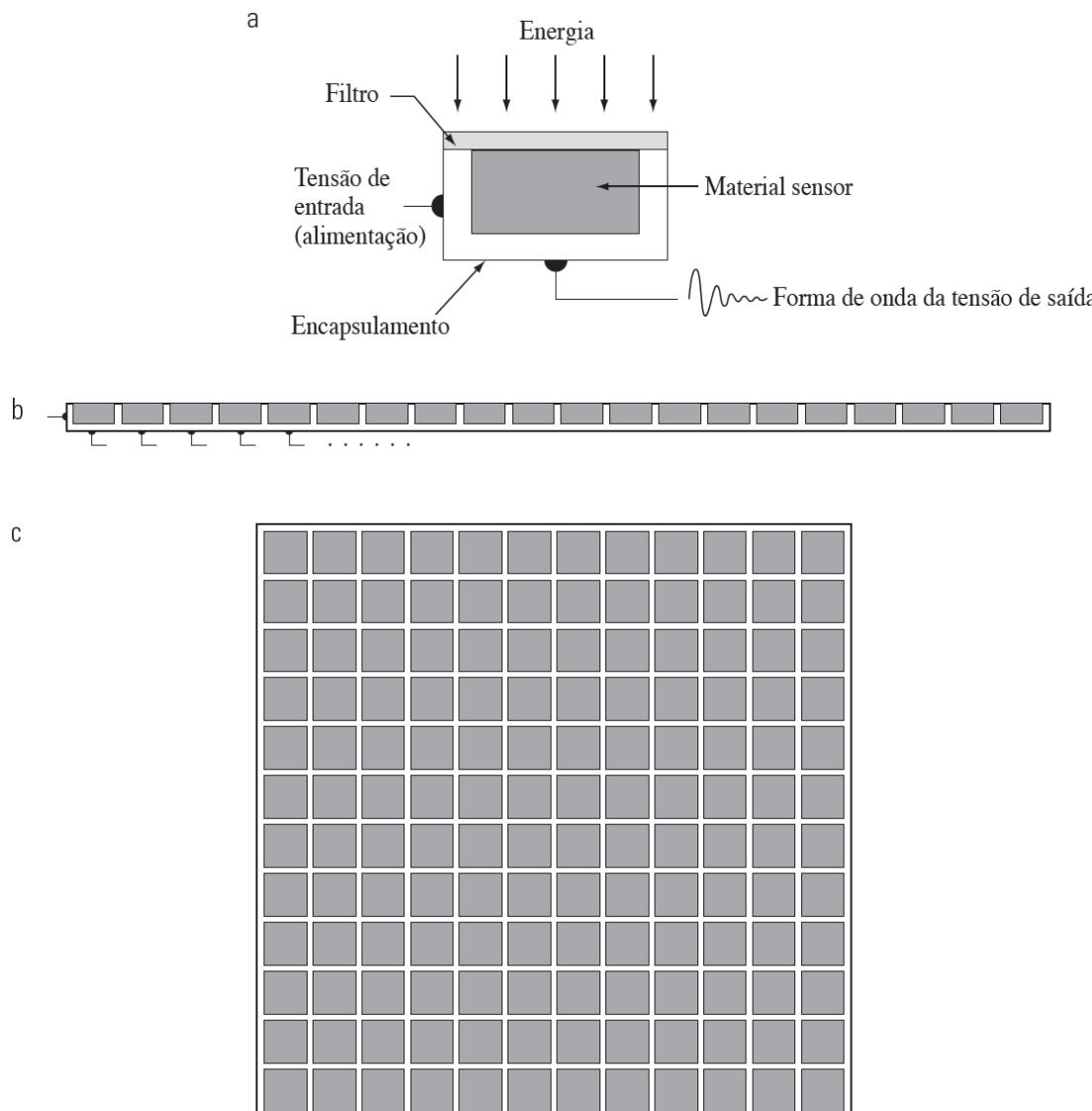
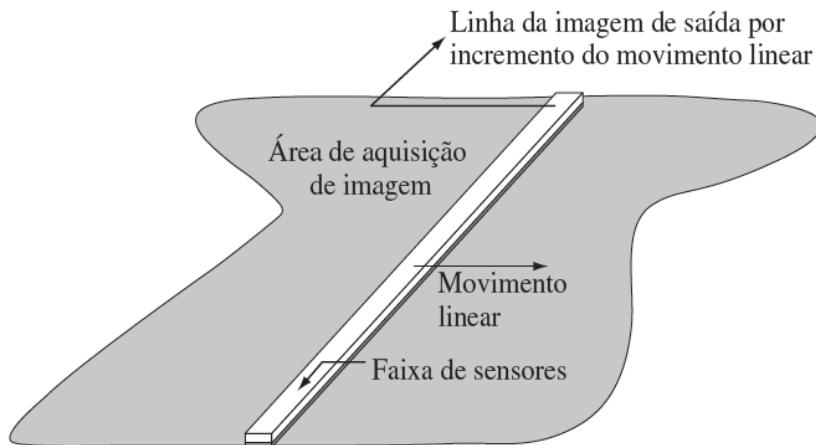


Figura 2.12 (a) Um único sensor de aquisição de imagens. (b) Sensores de linha. (c) Sensores de área (matricial).

Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição de imagens utilizando arranjo plano por varreduras de linha

a



b

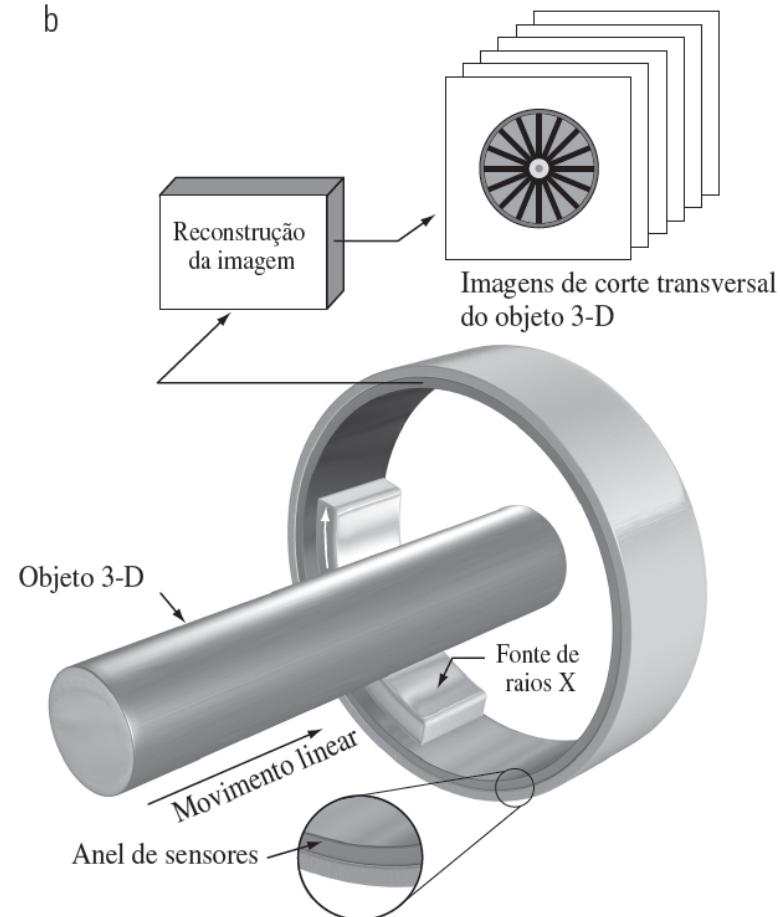
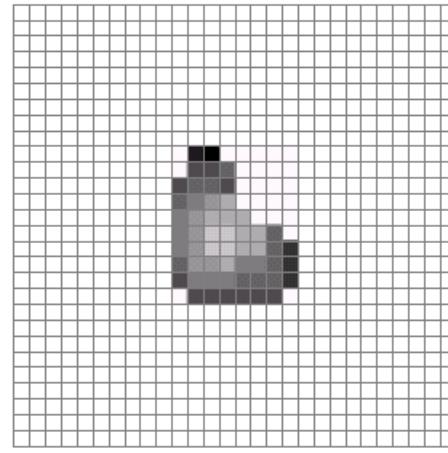
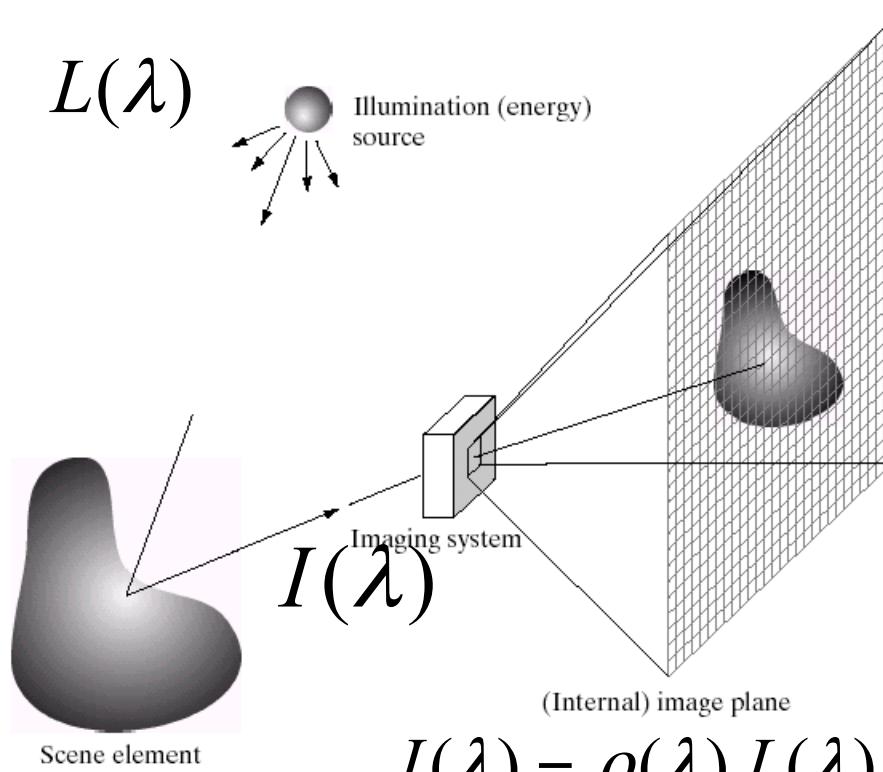


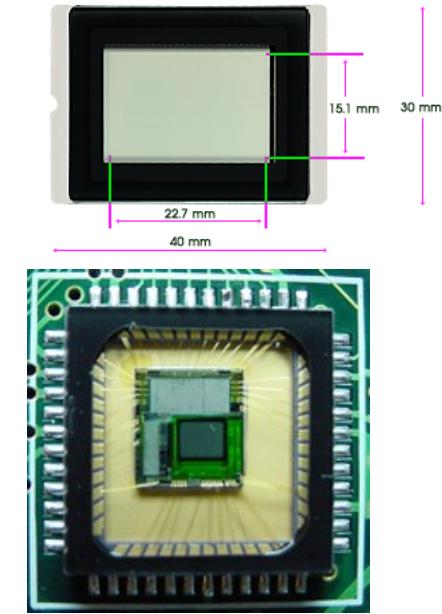
Figura 2.14 (a) Aquisição de imagens utilizando um arranjo plano de sensores por varredura de linha. (b) Aquisição de imagens utilizando um arranjo circular de sensores por varredura de linha.

Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição de imagens utilizando sensores matriciais



Output (digitized) image

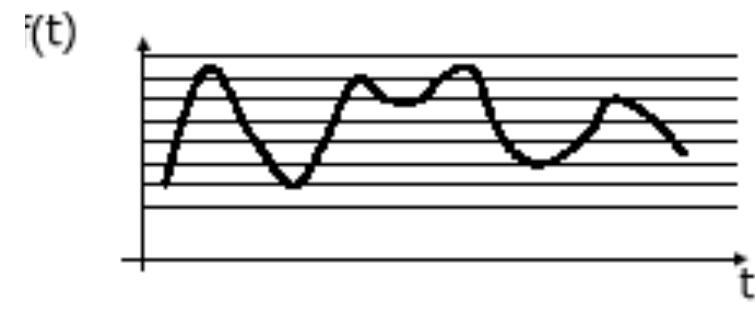
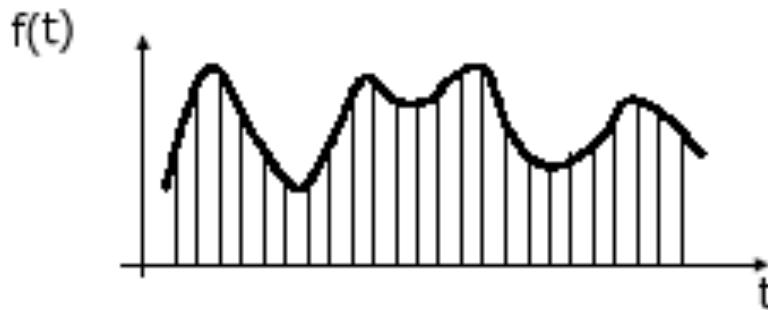


- Os fótons colidem sobre o CCD, um elétron é arrancado do CCD.
- Os elétrons são coletados com um período fixo (dependendo da sensibilidade do CCD)
- O número de elétrons coletados são convertidos em valores de pixel (quantizados)

Etapas Fundamentais em PDI

Digitalização

- A maior parte dos sinais naturais variam continuamente, possuindo precisão infinita
- No computador, a precisão e variação deve ser finita .
- Sinais analógicos possuem domínio e variação discreto
- Sinais digitais possuem domínio e variação discreto
- Digitalização
 - Amostragem (domínio)
 - Quantização (variação)



Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição - Digitalização

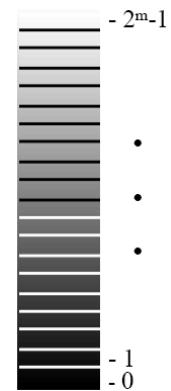
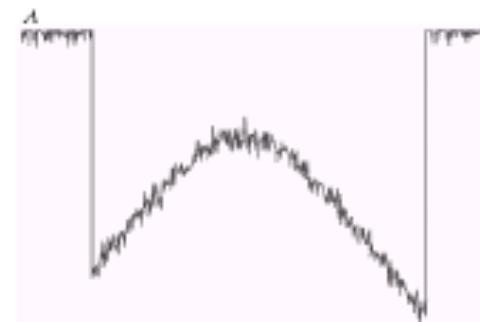
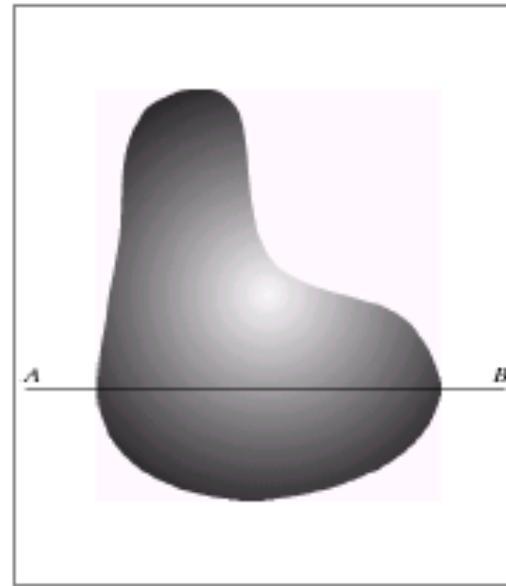
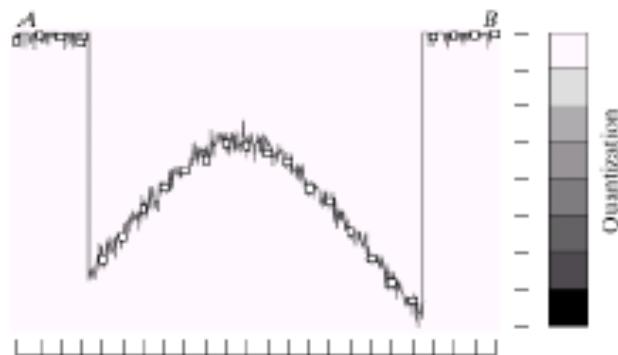


Imagen Analógica



Amostragem

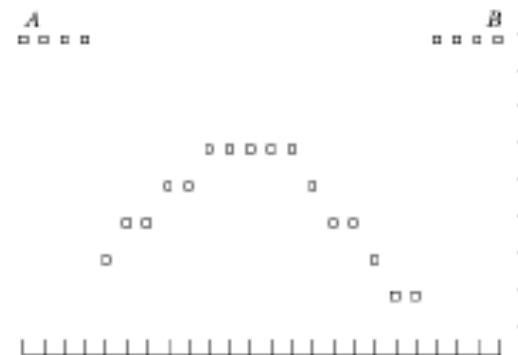


Imagen Digital

Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição - Digitalização

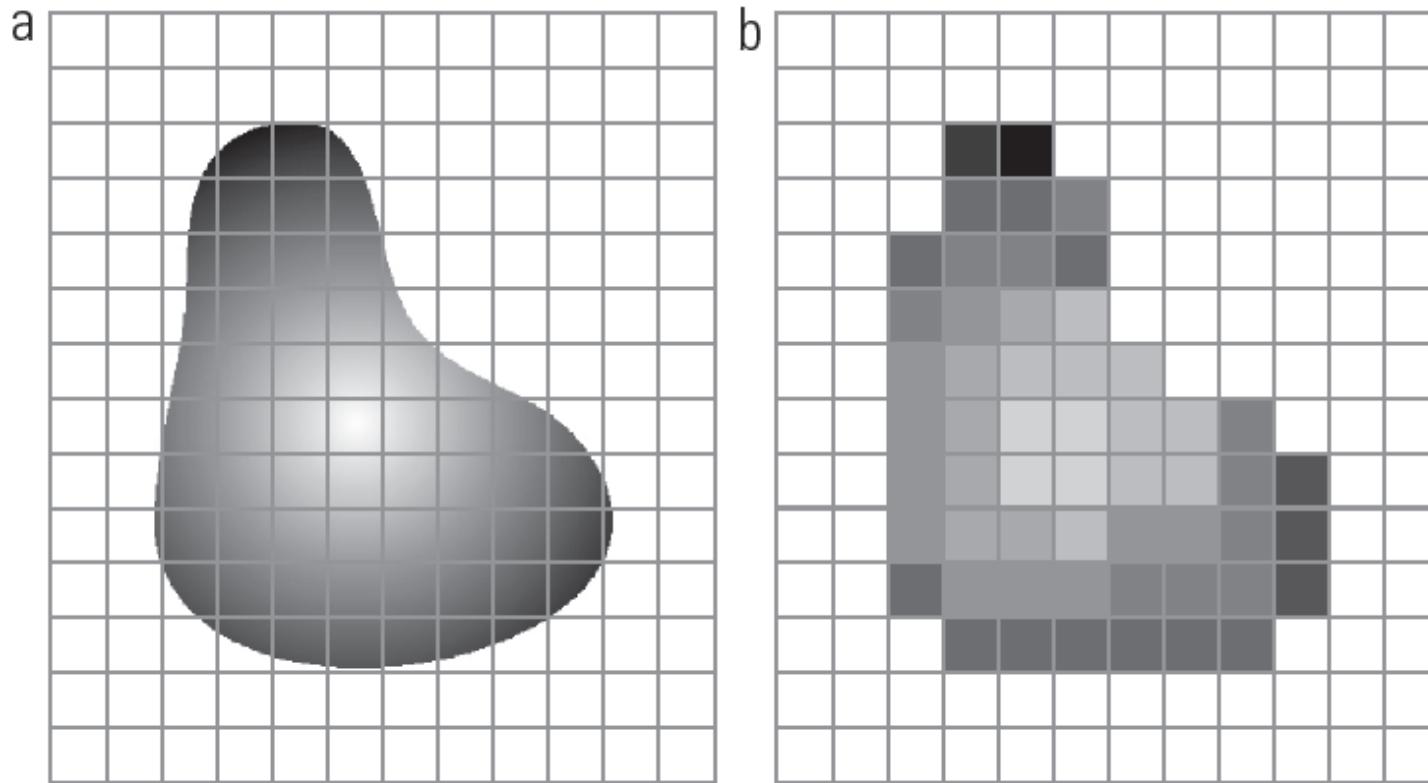


Figura 2.17 (a) Imagem contínua projetada em uma matriz de sensores. (b) Resultado da amostragem e quantização da imagem.



Efeitos da Quantização



8 bits / pixel



4 bits / pixel



2 bits / pixel

Efeitos da Quantização



Figura 2.20 Efeitos típicos da redução da resolução espacial. Imagens mostradas em: (a) 1.250 dpi, (b) 300 dpi, (c) 150 dpi e (d) 72 dpi. Os quadros foram acrescentados para melhor visualização. Eles não fazem parte dos dados.

Efeitos da Quantização

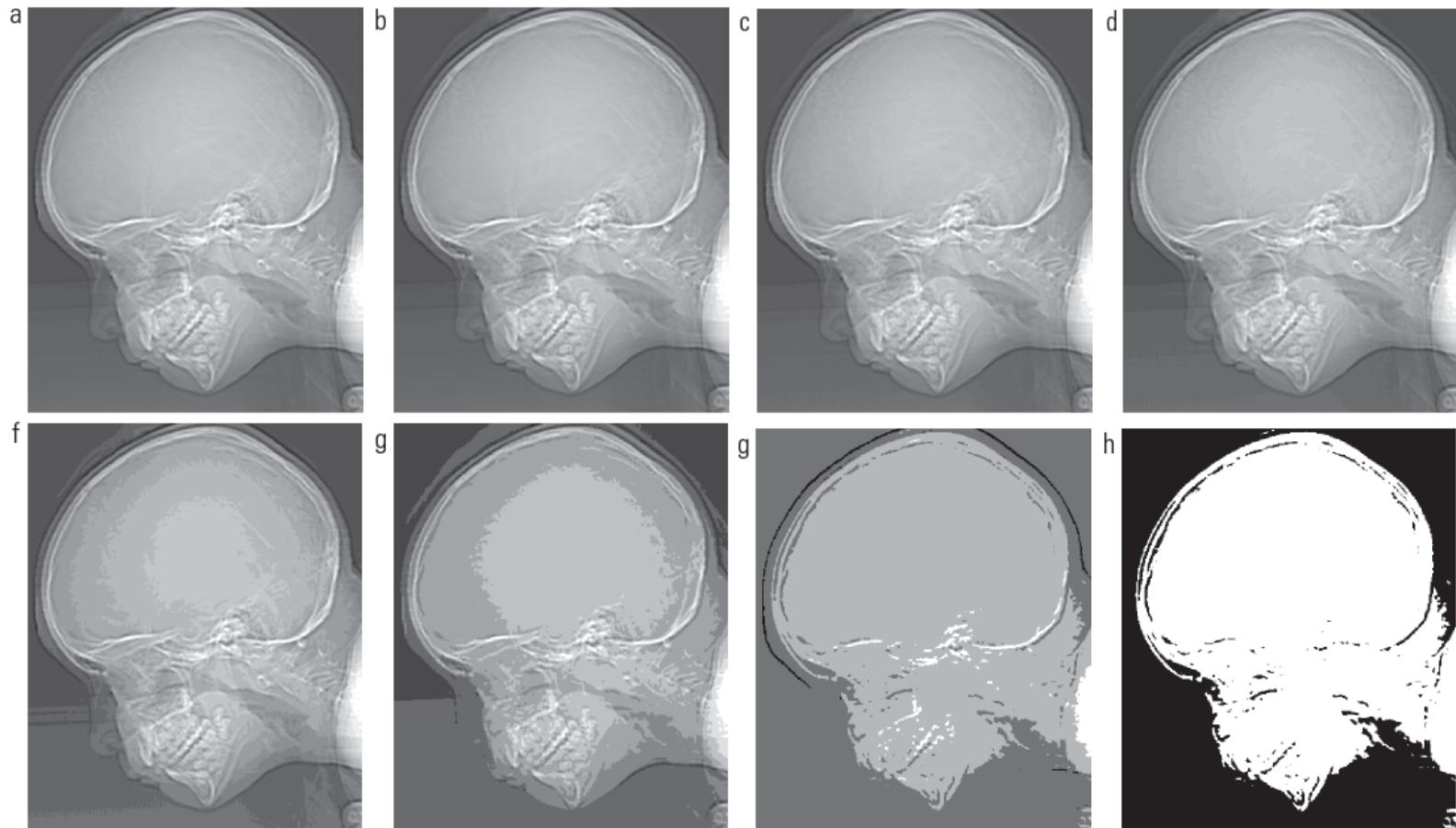
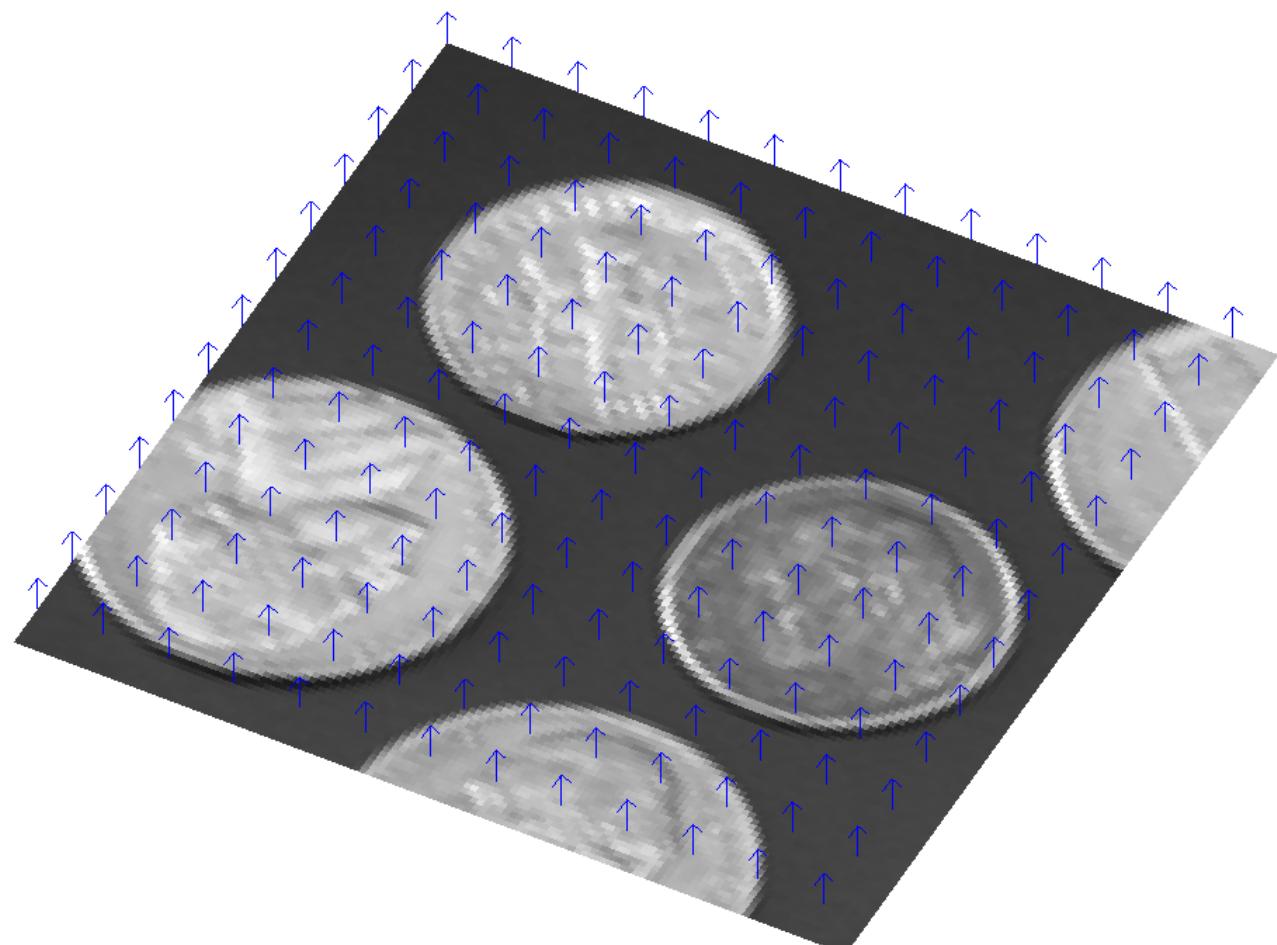
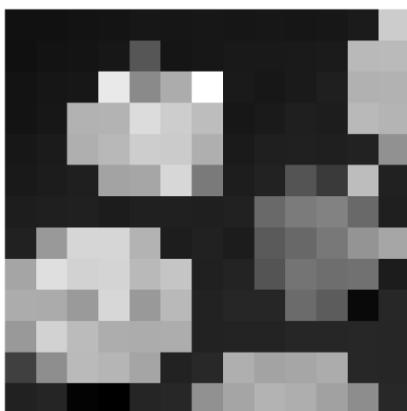


Figura 2.21 (a) Imagem de 452×374 com 256 níveis de cinza (intensidade). (b)-(d) Imagem exibida em 128, 64 e 32 níveis de cinza enquanto o tamanho da imagem é mantido constante. (e)-(h) Imagem exibida em 16, 8, 4 e 2 níveis de cinza. (Cortesia original do Dr. David R. Pickens, Departamento de Radiologia e Ciências Radiológicas, Centro Médico da Universidade de Vanderbilt.)



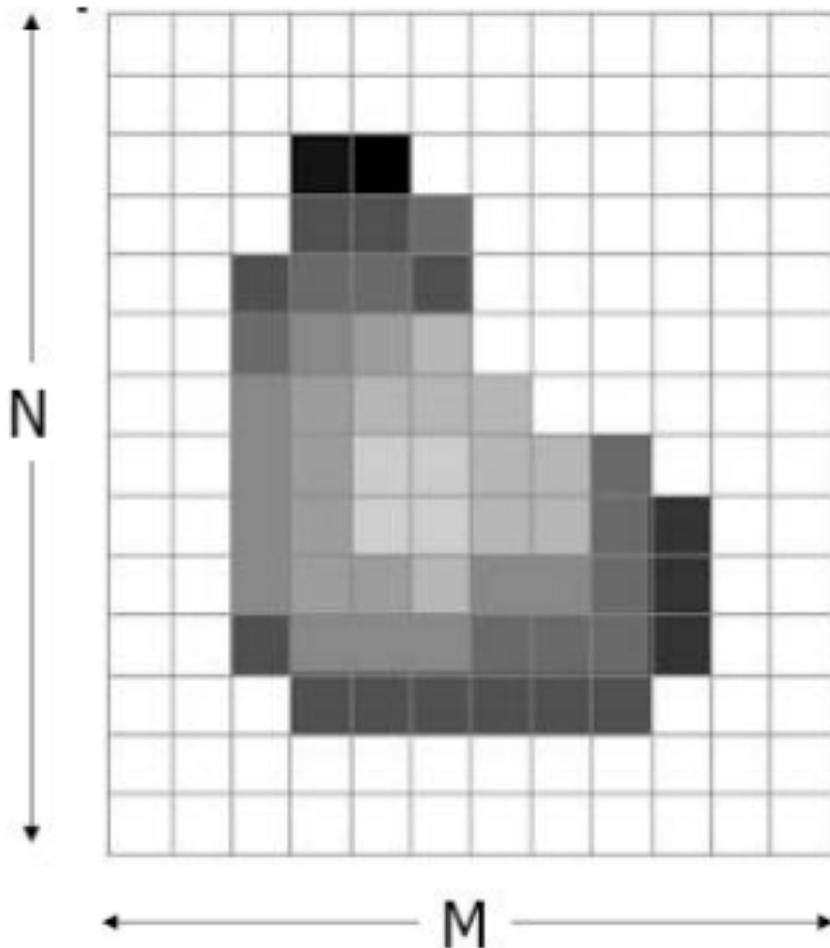
Etapas Fundamentais em PDI

Aquisição - Digitalização



Etapas Fundamentais em PDI

Armazenando em disco



- O Número de bits dos níveis de cinza é uma potência de 2
 $L = 2^k$
- Número de bits necessário para armazenar uma imagem digital
 $M \times N \times k$

Tipos de Imagem



Monocromática



Níveis de cinza



Cor 24 bits

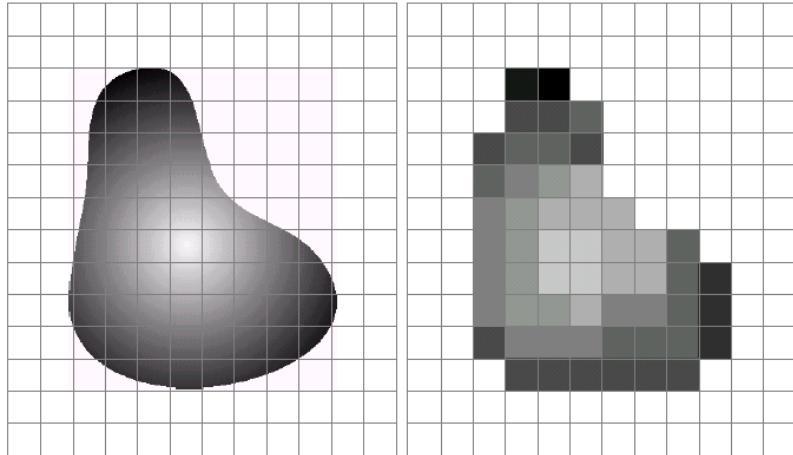
- 1 Bit/pixel
- 2 (0,1) níveis
- 640x480 imagem = 39 KB

- 1 Byte/pixel
- 256 níveis cinzento
- 640x480 imagem = 307 KB

- 3 Bytes/pixel
- 16 Milhões cores
- 640x480 imagem = 921 KB

Etapas Fundamentais em PDI

Quantidade de elementos Sensores



- **256x256** – Resolução baixa, onde a qualidade da amostra é muito baixa, contudo ocupa pouco espaço. Total de pixels: 65,000.
- **640x480** – Este é o limite mínimo de uma câmera "real". Esta resolução é boa para imagens na Web-sites e emails.
- **1216x912** – Representa uma imagem de 1 megapixel com 1,109,000 total pixels – resolução mínima para imprimir em papel boas figuras.
- **1600x1200** – Imagem de alta resolução, (quase 2 milhoes de pixels). Possibilita a impressão de uma imagem 12x10 cm, com qualidade de estúdio de fotografia
- **2240x1680** – Imagem de 4 megapixel cameras possibilita a impressão de posters 40x50 cm
- **4064x2704** – Resolução máxima atualmente de 11.1 megapixels takes pictures at this resolution. At this setting, you can create 13.5x9 inch prints with no loss of picture quality.



Efeitos da Sub-amostragem



Etapas Fundamentais em PDI

Pré-processamento

- A função chave do pré-processamento é melhorar a imagem para possibilitar uma maior oportunidade de sucesso dos processos seguintes. Nesta etapa são ressaltadas informações importantes como por exemplo, bordas e objetos, além de atenuar ruídos e melhorar imperfeições da imagem.

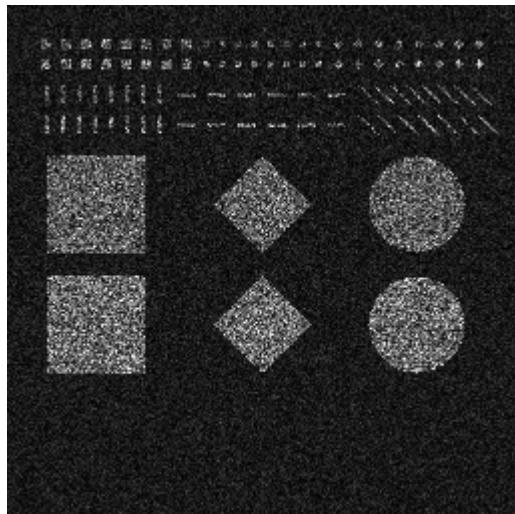


Imagen Digital

→

Pré-Processamento

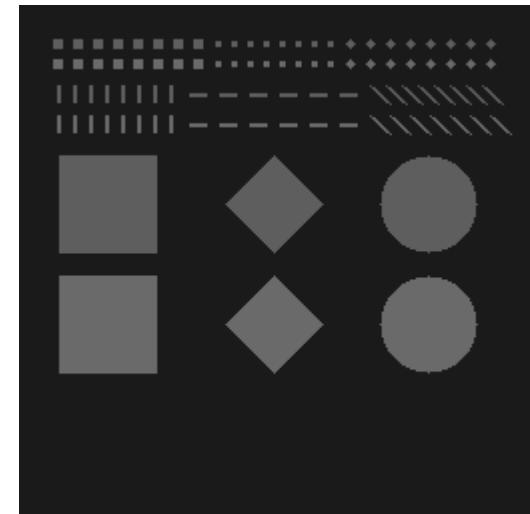
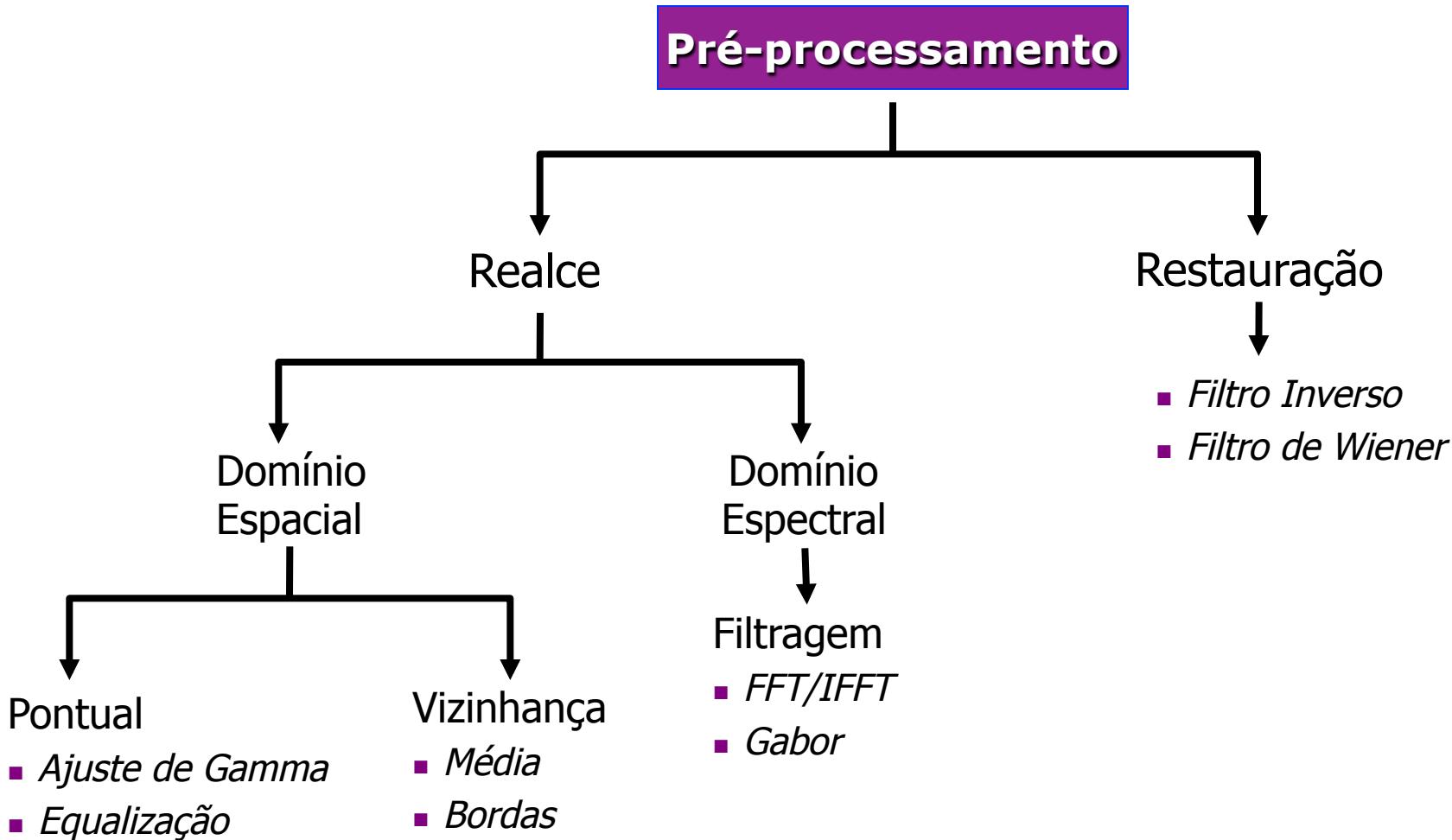


Imagen Filtrada

Etapas Fundamentais em PDI

Formas de Pre-processamento



Etapas Fundamentais em PDI

Restauração x Realce

- Problema
 - Ruído aleatório de aquisição ou transmissão
- Solução
 - Filtros espaciais

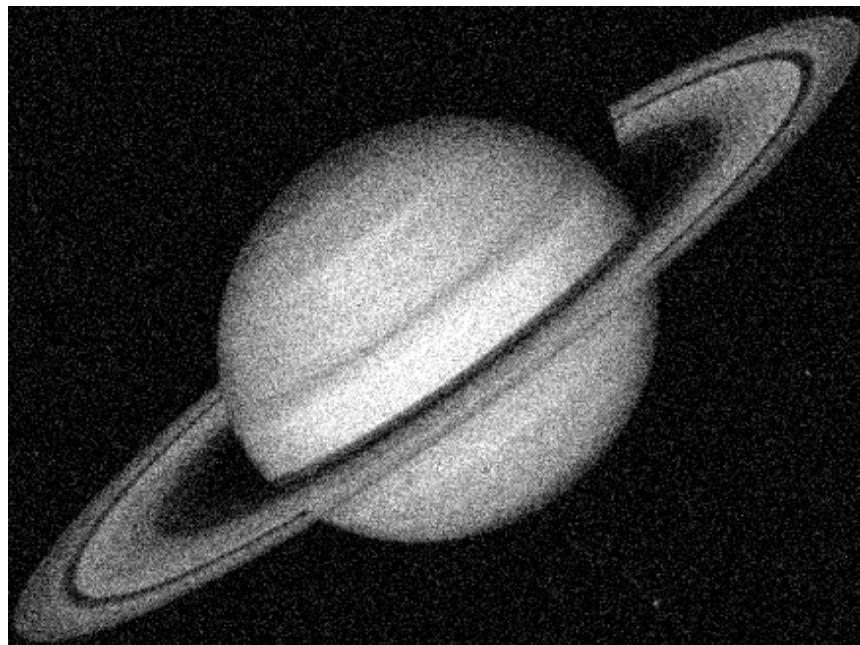
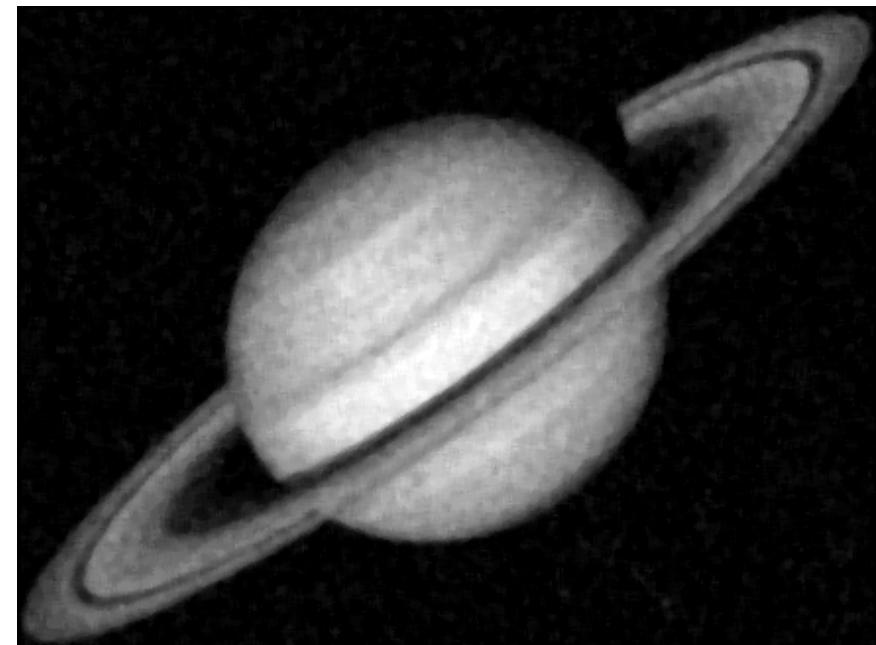


Imagen Ruidosa



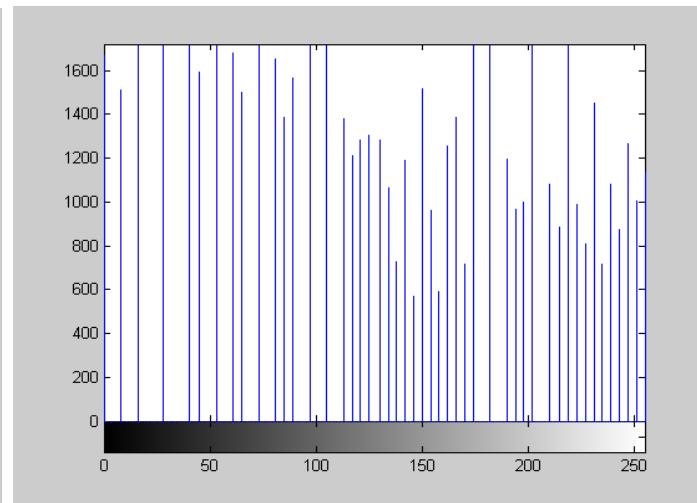
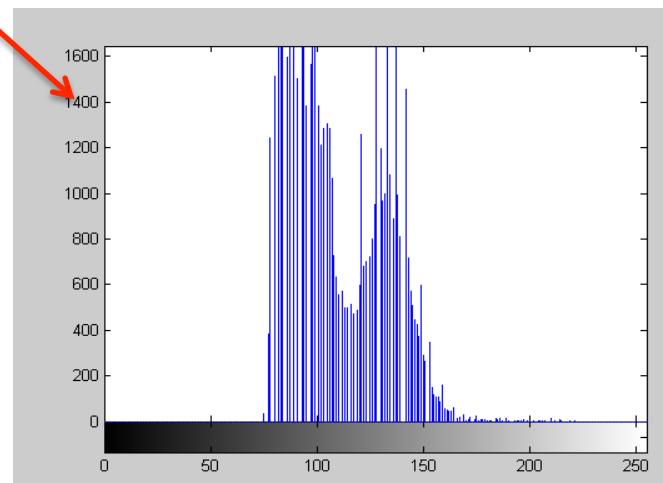
Filtro mediano

Etapas Fundamentais em PDI

Realce



Histograma
da imagem



Etapas Fundamentais em PDI

Restauração

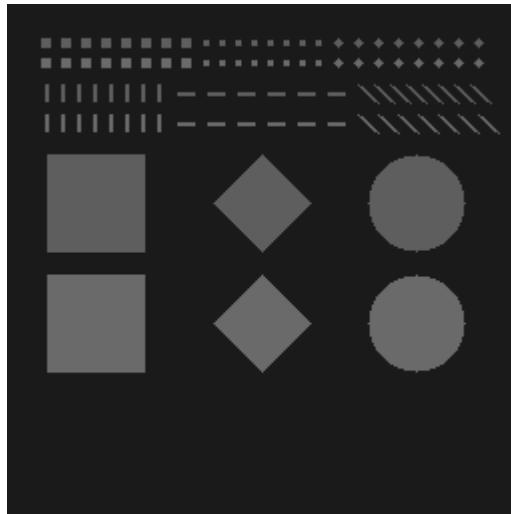
- Problema
 - Imagem corrompida devido a um movimento na câmera
- Solução: Realizar uma restauração a partir de um filtro de Wiener



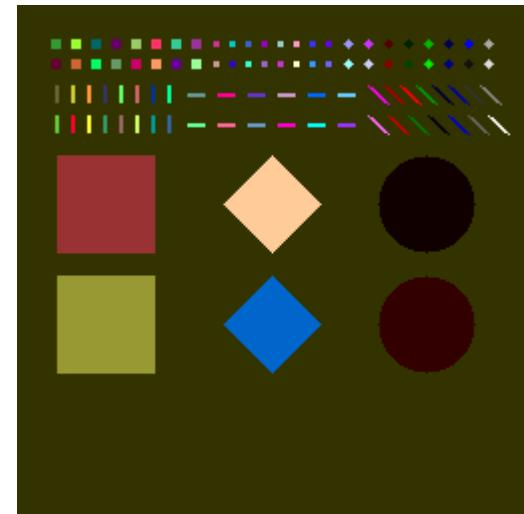
Etapas Fundamentais em PDI

Segmentação

- A segmentação divide a imagem de entrada em partes ou objetos constituintes. A saída do estágio de segmentação é constituída tipicamente por dados em forma de pixels, correspondendo tanto à fronteira de uma região como a todos os pontos dentro da mesma.



Segmentação

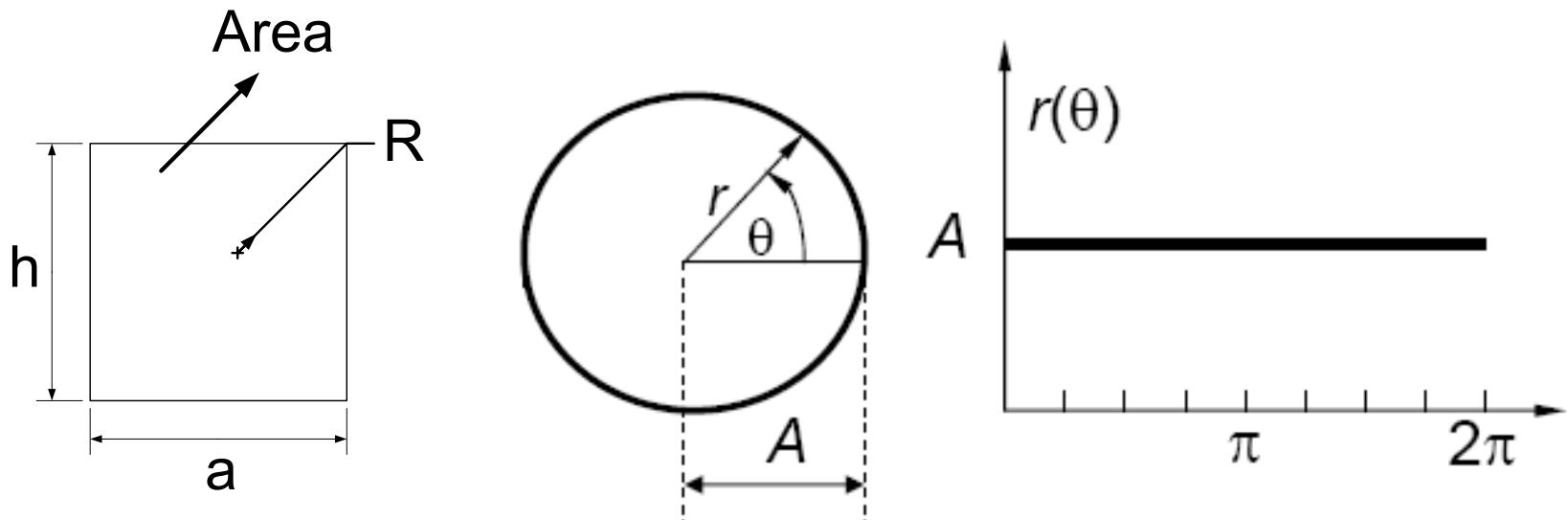


Representação Digital

Etapas Fundamentais em PDI

Extração de Atributos

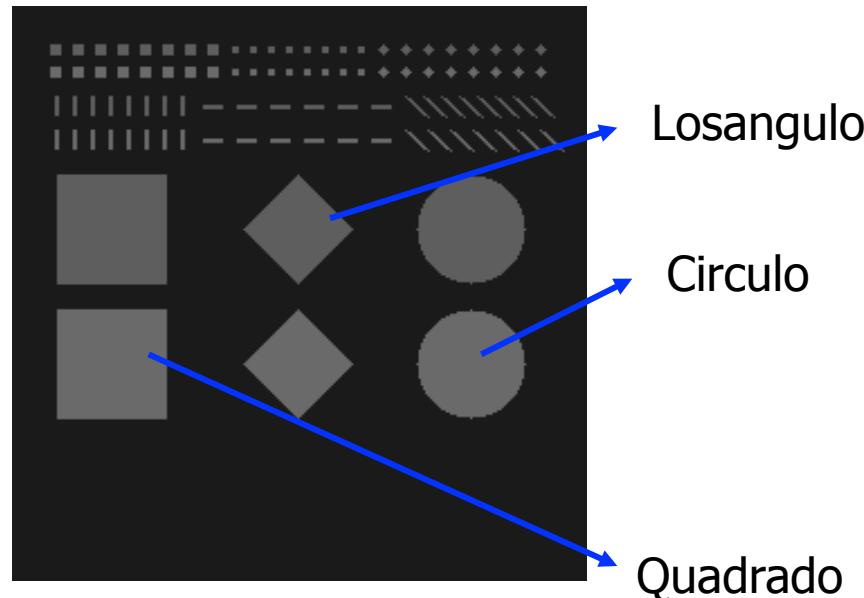
- O processo de descrição, também chamado seleção de características, procura extrair características que resultem em alguma informação quantitativa de interesse ou que sejam básicas para discriminação entre classes de objetos.



Etapas Fundamentais em PDI

Reconhecimento e Interpretação

- O último estágio envolve reconhecimento e interpretação.
- Reconhecimento é o processo que atribui um rótulo a um objeto, baseado na informação fornecida pelo seu descritor.
- A interpretação envolve a atribuição de significado a um conjunto de objetos reconhecidos.



Conclusões

- Ao desenvolver um sistema de visão através de processamento de imagens é necessário ter em mente
 - Que tipo de sensor vai ser utilizado?
 - Conhecer profundamente o sensor.
 - Qual formato de armazenamento?
 - Determinar quais tipos de realce é necessário realizar
 - Que tipo de segmentação pode lhe favorecer?
 - Que tipo de informação você pode extrair?
 - A forma que processar a informação adquirida.



Encaminhamentos

- Dúvidas?
- Próximo assunto
 - Técnicas básicas de Processamento Digital de Imagens

