

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS – PDI

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

Aula 2.1 – Octave

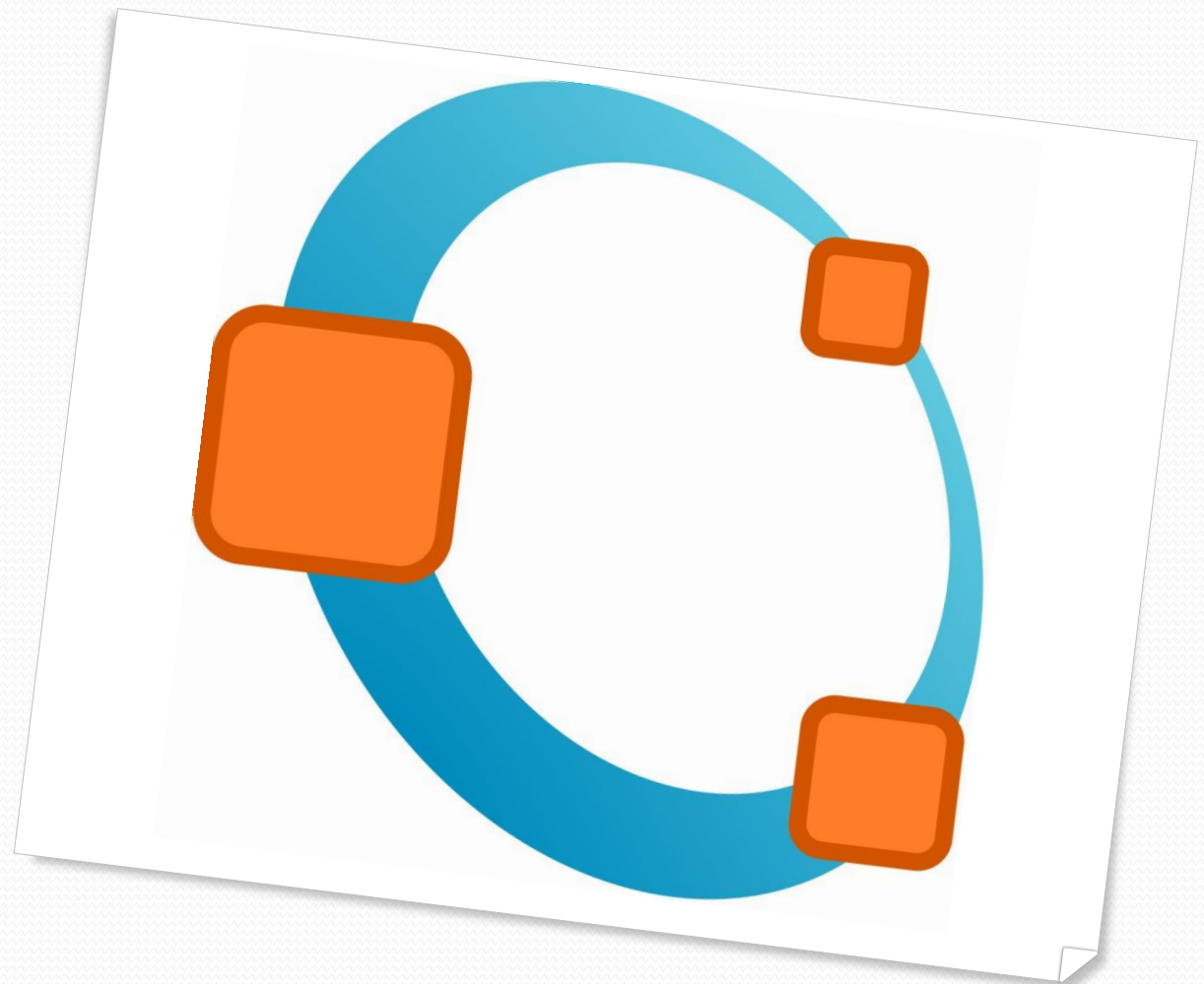
Processamento Digital de Imagens

Octave – comandos usuais

- Janela de comando (pwd, ls, help, cd, Ctrl+l, números e operações aritméticas, eco);
- Declaração de variáveis e tipos de dados (int8, uint8, int32, uint32, int64, uint64, double);
- Matrizes (separadores, operações, zeros, acessando elementos, rows, columns, size, max, min, sum);
- Condicionais e laços de repetição;
- Pacote de imagens, close all, clear all;
- Leitura e escrita de imagens;
- Abrindo janelas e exibindo imagens;
- Acessando elementos (com laço e sem laço).

PRÁTICA 2

Manipulação de pixels

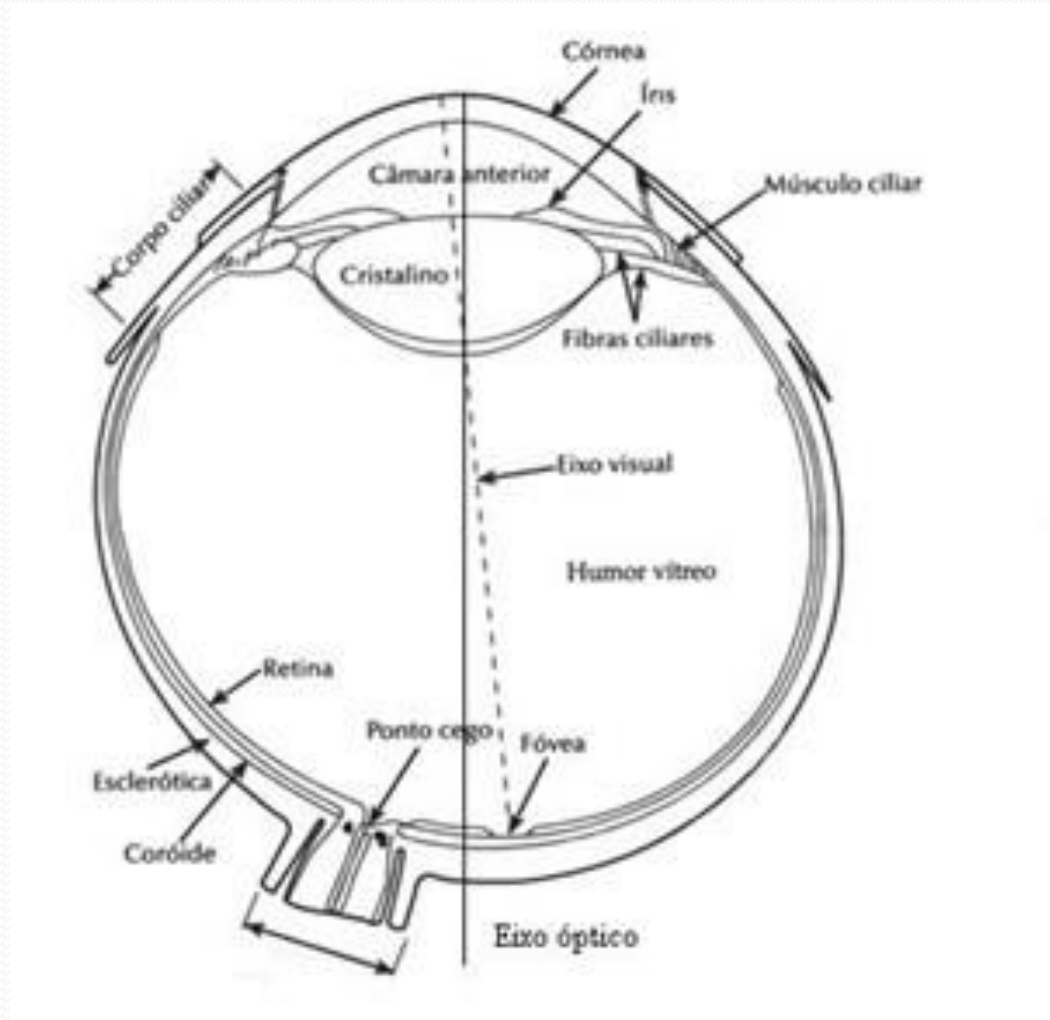


Aula 2.2 – Fundamentos da Imagem Digital

Processamento Digital de Imagens

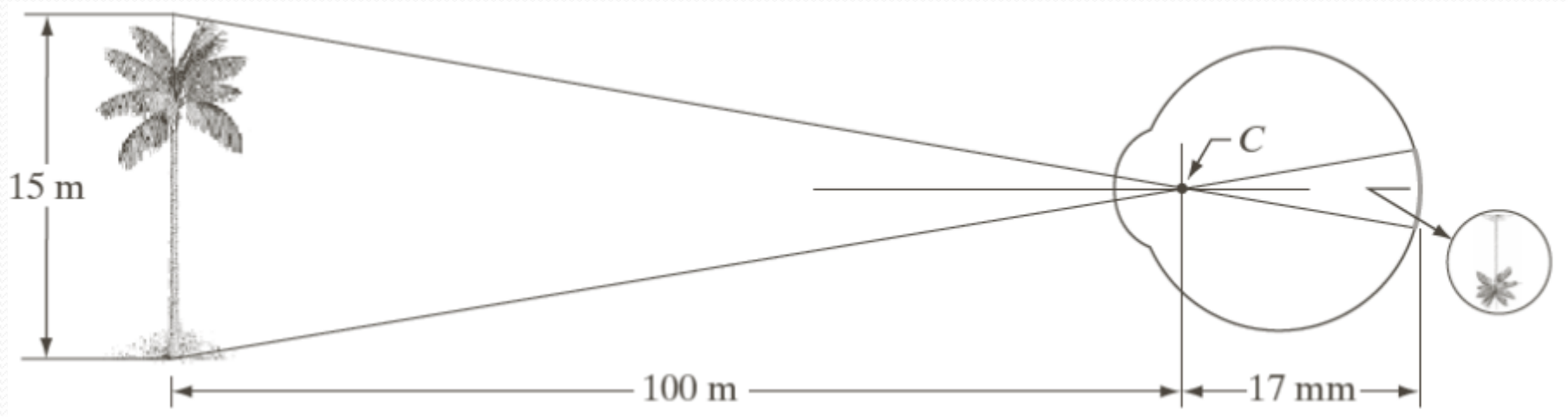
Olho humano

- Diagrama simplificado de uma seção do olho humano;
- É esférico (diâmetro de 2 cm);
- Processamento e reconhecimento (cérebro).



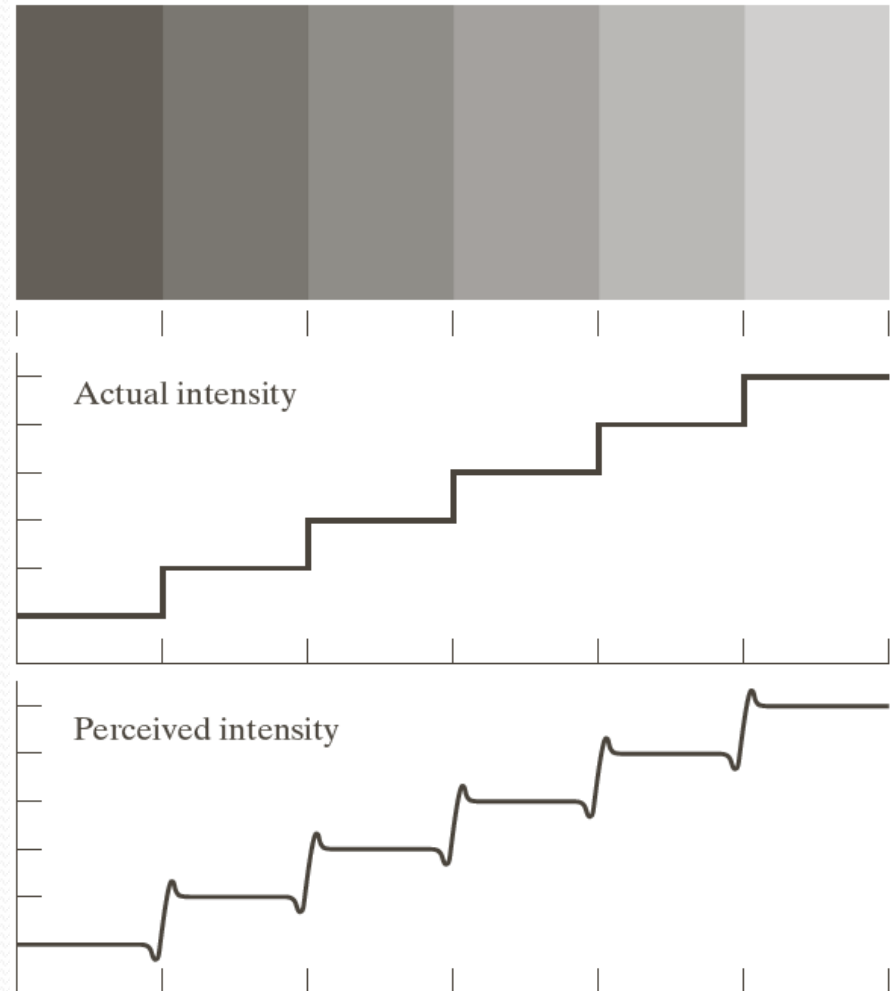
Formação da imagem no olho

- Representação gráfica do olho vendo uma palmeira.
- O ponto C é o centro óptico da lente.



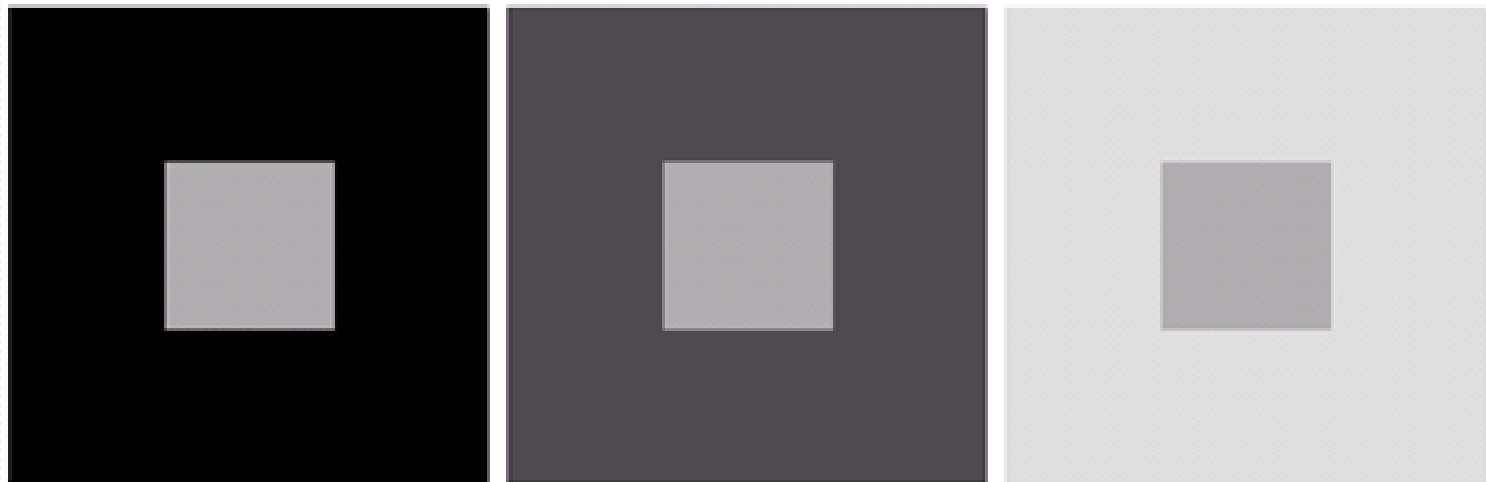
Adaptação ao brilho e discriminação

- Ilustração do efeito de banda de Mach – embora o nível de cinza das linhas seja constante, percebe-se um padrão de brilho fortemente alterado perto das bordas.
- A intensidade percebida não é função simples da intensidade real.



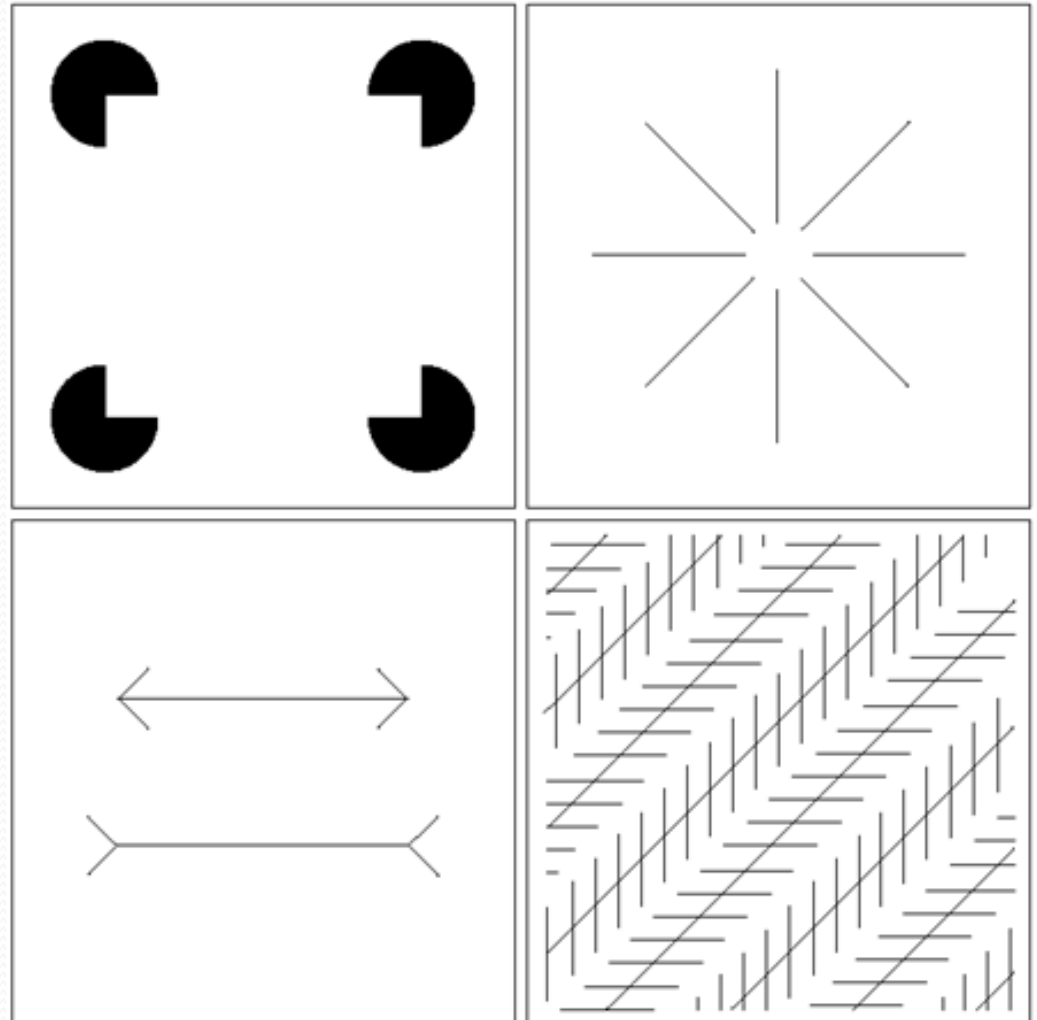
Contraste simultâneo

- Todos os quadrados internos tem a mesma intensidade, porém, eles parecem escurecer a medida que o fundo vai clareando.
- O brilho de uma região não depende apenas de sua intensidade.



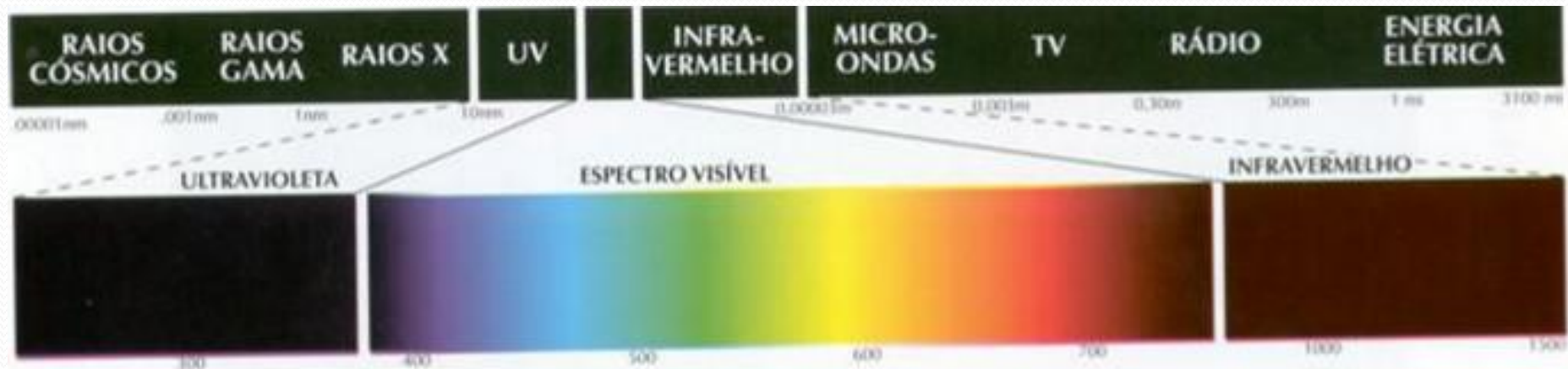
A luz e o espectro eletromagnético

- Fenômenos da percepção humana.
- O olho preenche lacunas de informação ou percebe propriedades geométricas equivocadas.
- Algumas ilusões de óptica bem conhecidas.



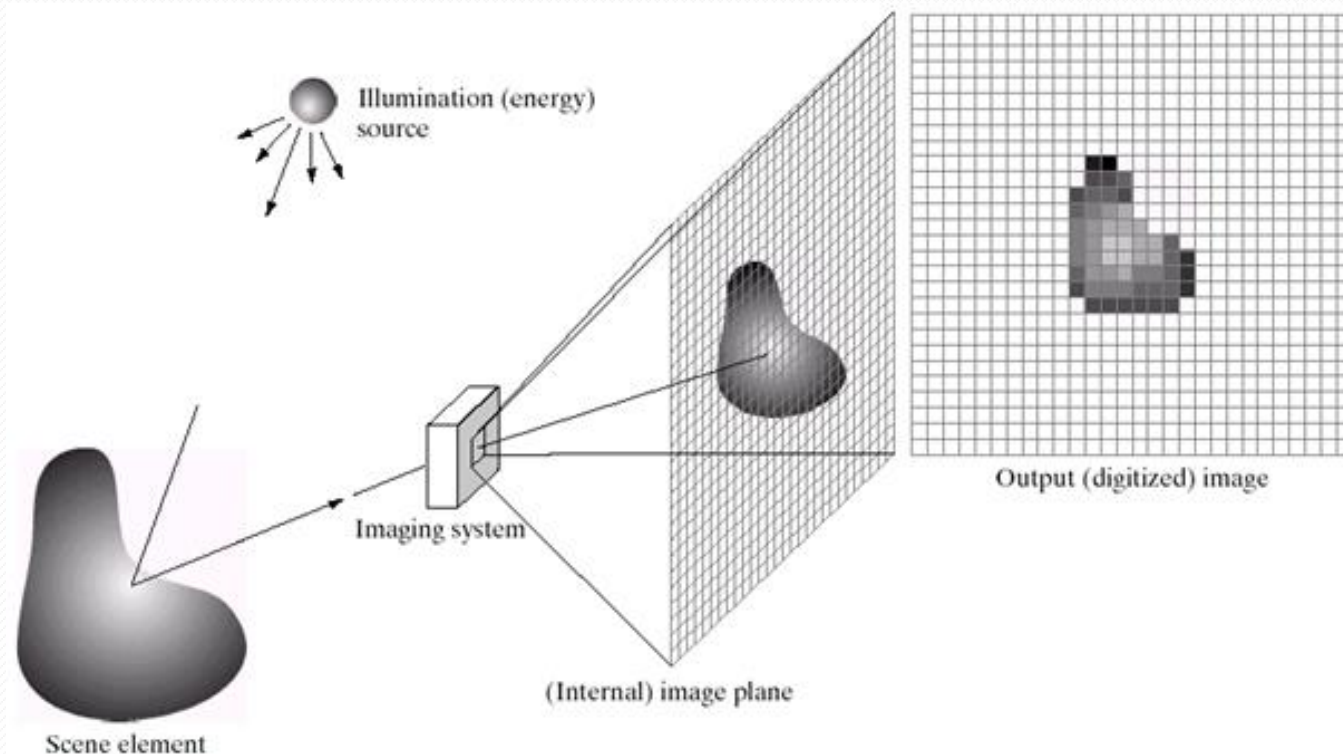
A luz e o espectro eletromagnético

- O espectro visível é mostrado em zoom para facilitar, mas é uma porção muito pequena.
- As cores são determinadas pela natureza da luz refletida pelo objeto. Um objeto que reflete uma luz relativamente equilibrada em todos os comprimentos de onda visíveis é visto como branco.



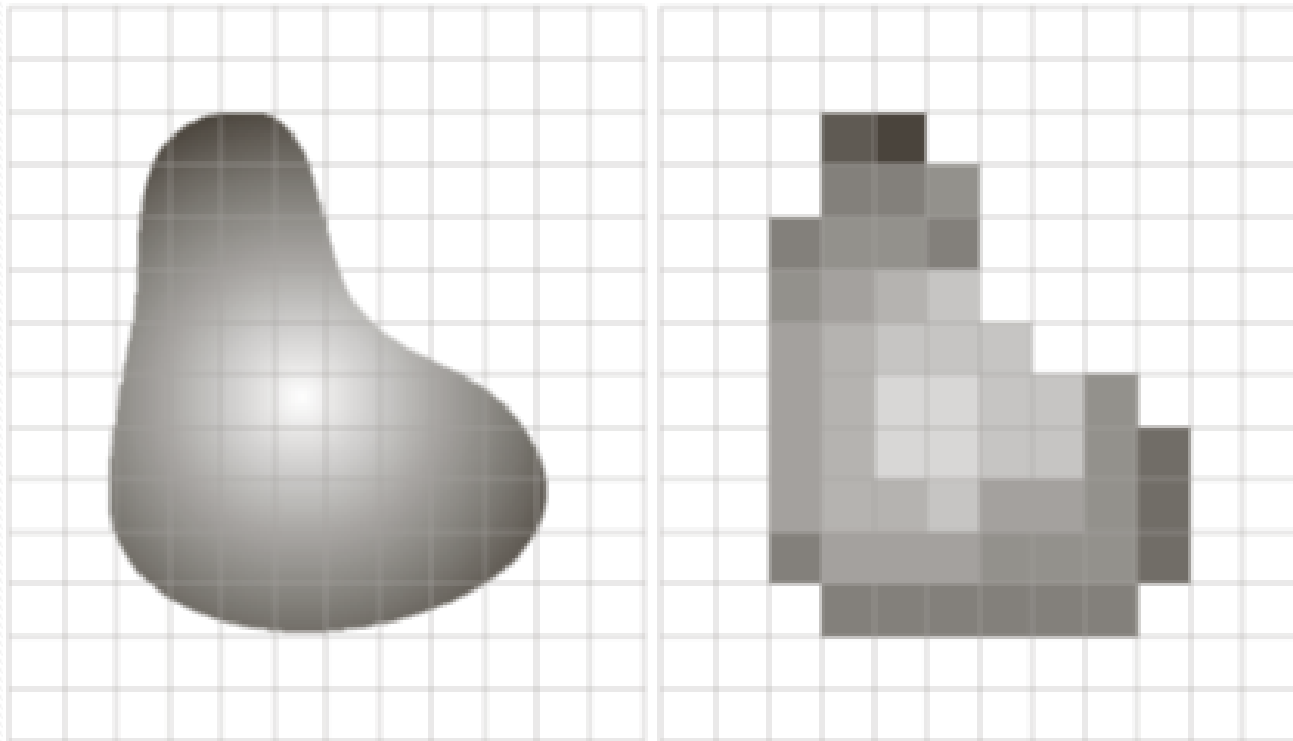
Processo de aquisição

- Exemplo: iluminação, elemento de cena, sistema de imageamento, projeção da cena num plano e imagem digitalizada.



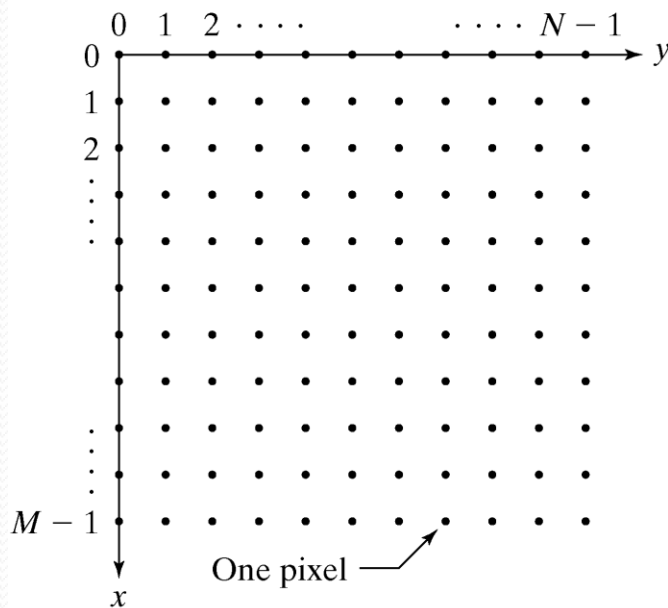
Amostragem e quantização

- Imagem contínua projetada numa matriz de sensores;
- Resultado da imagem amostrada e quantizada.

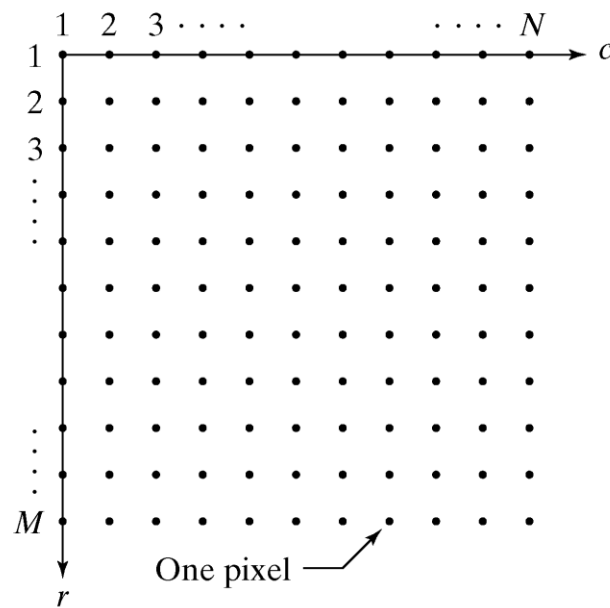


Geração de uma imagem digital

- Convenções de coordenadas:
 - (a) Na maioria dos livros;
 - (b) No Octave e no Matlab.



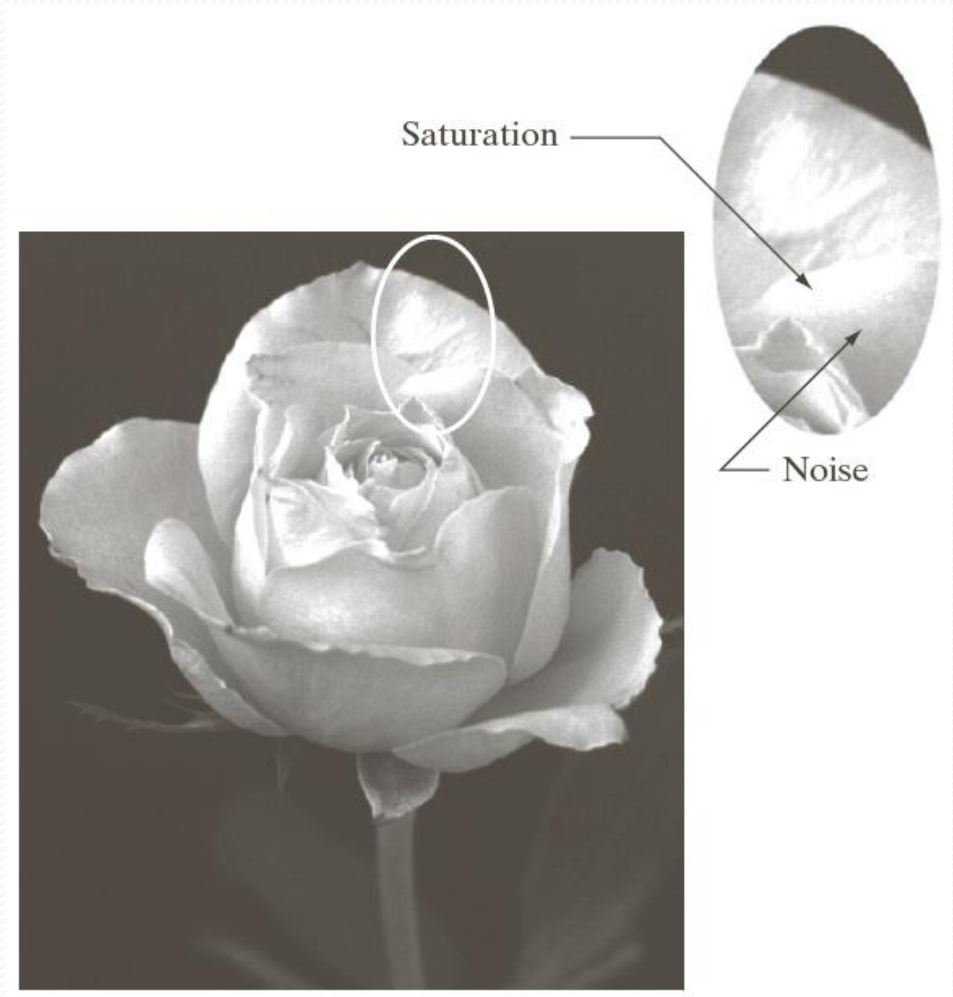
(a)



(b)

Saturação e ruído - ilustração

- A saturação é o valor mais alto além do qual todos os níveis de intensidade são cortados.
- O ruído aparece como uma granulação na textura.



Resolução espacial e intensidade

- A resolução espacial é a medida do menor detalhe discernível em uma imagem (pontos por polegada - dpi);
 - O tamanho da imagem por si só não diz tudo.
- A resolução de intensidade é a menor variação discernível de nível de intensidade em uma imagem (8 bits – níveis de cinza, 16 bits, 32 bits).

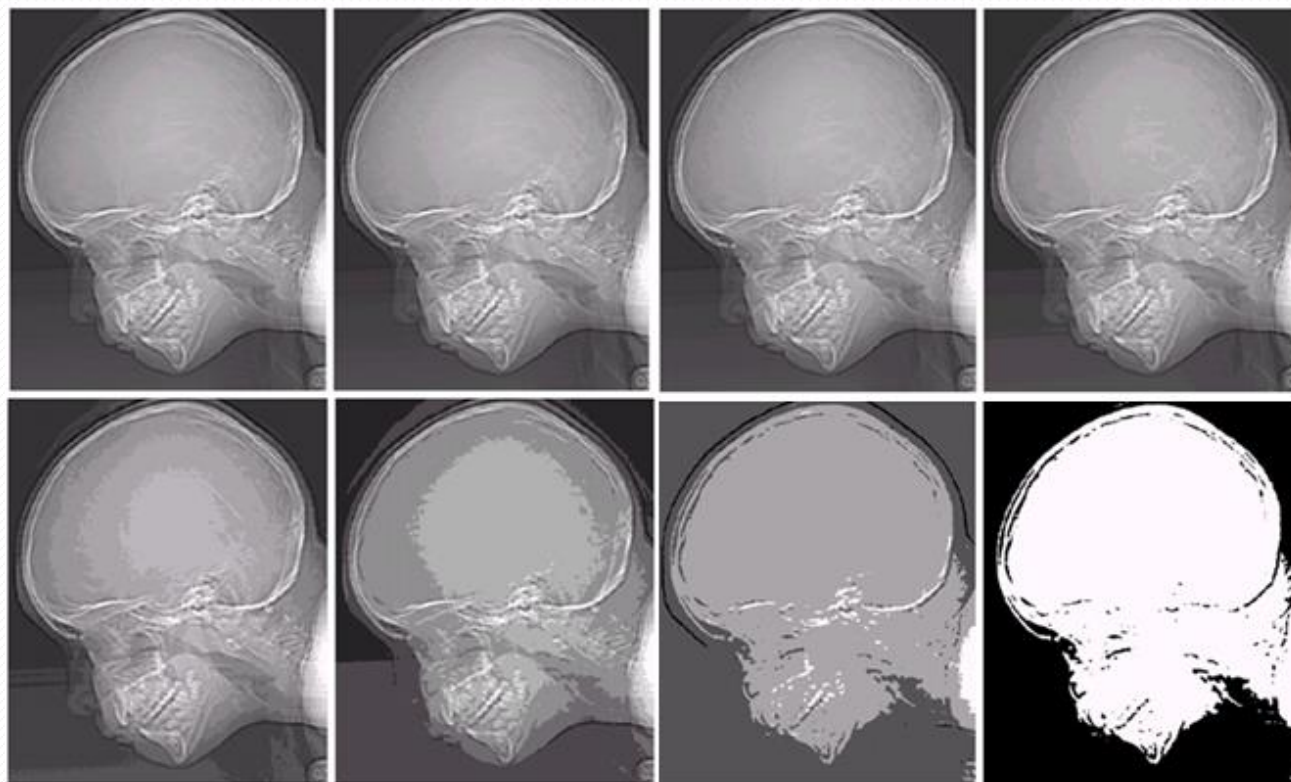
Resolução espacial e intensidade

- 1250 dpi (3.692 x 2.812 pixels)
- 300 dpi
- 150 dpi
- 72 dpi (213 x 162 pixels)



Resolução espacial e intensidade

- Imagem 452 x 374 de 256 níveis de cinza (intensidade) mostrada a 128, 64, 32, 16, 8, 4 e 2 níveis.



Resolução espacial e intensidade

- Imagens com, respectivamente, baixo, médio e alto níveis de detalhes.



Interpolação de imagens

- Extensivamente usada em tarefas como **ampliação** (*zooming*), **encolhimento** (*shrinking*), **rotação** e **correções geométricas**, consiste no processo de usar dados conhecidos para **estimar valores em locais desconhecidos**.
- Supomos que uma imagem de 500 x 500 pixels deve ser ampliado 1,5 vezes para 750 x 750 pixels.
- Uma forma de visualizar essa ampliação é criar uma grade imaginária 750 x 750 com o mesmo espaçamento da imagem original e então encolher essa grade até que ela se enquadre sobre a imagem original.

Interpolação de imagens

- Obviamente, o espaçamento na grade encolhida de 750 x 750 pixels é **menor** que na imagem original.
- Para realizar a atribuição de nível de intensidade para qualquer ponto na grade de 750 x 750, olha-se **o pixel mais próximo** na imagem original e atribui a sua intensidade para o novo pixel.
- Após realizada a atribuição de todos os 750 x 750 pixels, expande-se a grade para o tamanho original obtendo a imagem ampliada.
- O método acima é chamado de interpolação de vizinho mais próximo (*nearest neighbor interpolation*).

Interpolação de imagens

- **Vizinho mais próximo:**
- Exemplo considerando uma ampliação de duas vezes:

Considere a imagem

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & f(i,j+1) & \dots \\ \dots & f(i+1,j) & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

acrescentando linhas e colunas de zeros, obtemos:

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & \mathbf{0} & & f(i,j+1) & \dots \\ & \mathbf{0} & & \mathbf{0} & & \mathbf{0} & \\ \dots & f(i+1,j) & & \mathbf{0} & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

Interpolação de imagens

- **Vizinho mais próximo:**
- Após a interpolação temos a imagem reconstruída em tamanho duplicado.

$$\begin{array}{ccccccc} \dots & f(i,j) & & f(i,j) & & f(i,j+1) & \dots \\ & f(i,j) & & f(i,j) & & f(i,j+1) & \\ \dots & f(i+1,j) & & f(i+1,j) & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

- A média dos níveis de cinza da imagem ampliada se mantém constante.

Interpolação de imagens

- Uma abordagem mais adequada é a interpolação **bilinear**, em que usamos os quatro vizinhos mais próximos para estimar a intensidade numa dada posição.
- Seja (x,y) as coordenadas da posição considerada, e seja $v(x,y)$ o valor da intensidade.
- Para a interpolação bilinear, o valor atribuído é obtido usando a equação

$$v(x,y) = ax + by + cxy + d$$

onde os quatro coeficientes são determinados de quatro equações em quatro incógnitas que podem ser escritas usando os quatro vizinhos mais próximos do ponto (x,y) .

- O resultado é melhor que a interpolação de vizinho mais próximo, com um pequeno incremento no custo computacional.

Interpolação de imagens

- Exemplo Ampliação da imagem com interpolação bilinear com zoom = 2
- Considere a imagem:

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & f(i,j+1) & \dots \\ \dots & f(i+1,j) & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

- Acrescente linhas e colunas conforme ilustração

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & \mathbf{a} & & f(i,j+1) & \dots \\ & \mathbf{b} & & \mathbf{c} & & \mathbf{d} & \\ \dots & f(i+1,j) & & \mathbf{e} & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

Interpolação de imagens

- Acrescente linhas e colunas conforme ilustração

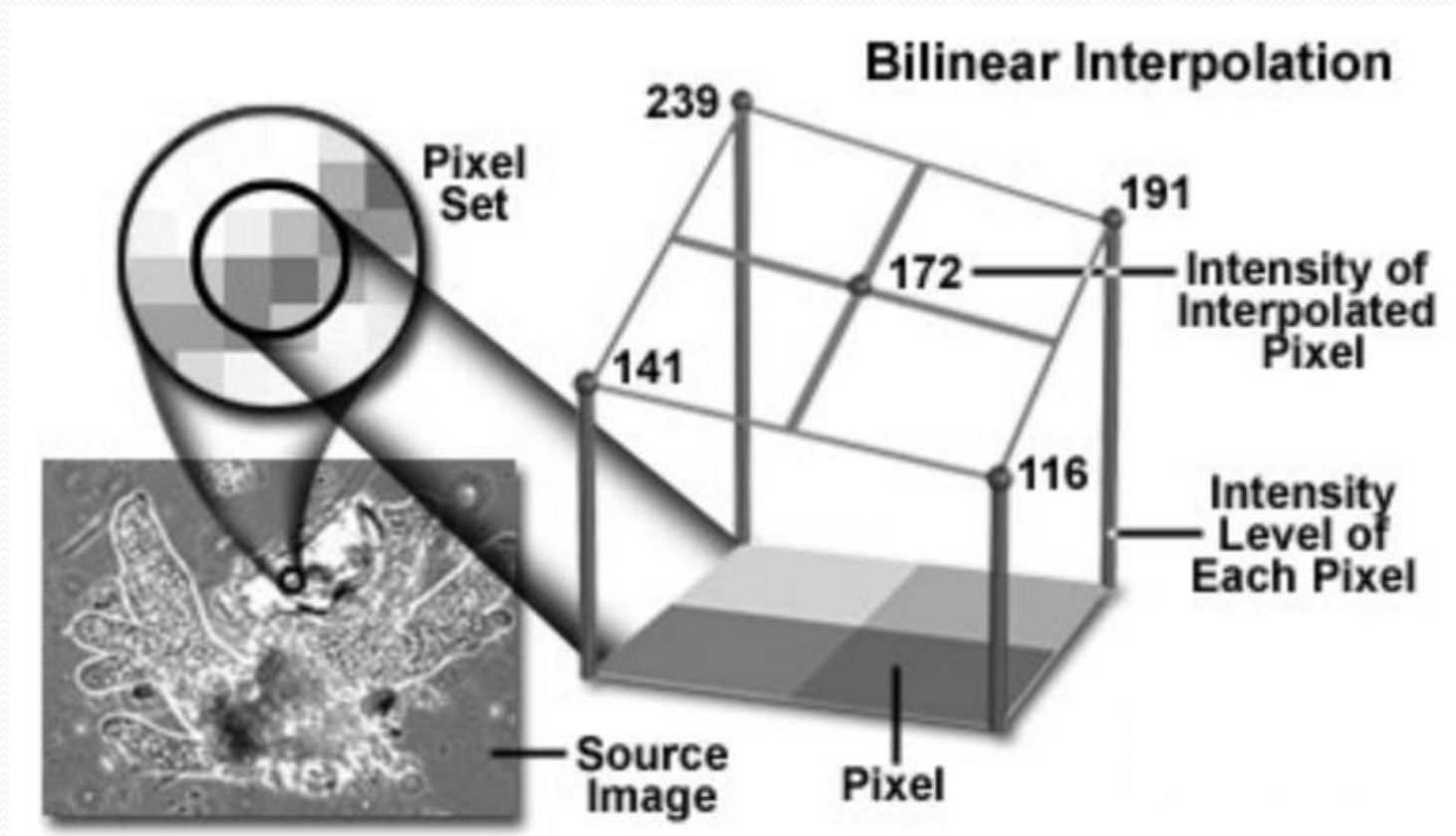
$$\begin{array}{ccccccc} & & f(i,j) & & \mathbf{a} & & f(i,j+1) & & \\ & & & & \mathbf{b} & & \mathbf{c} & & \mathbf{d} \\ & & & & & & & & \\ & & f(i+1,j) & & \mathbf{e} & & f(i+1,j+1) & & \end{array}$$

- Substitua:

- $\mathbf{a} = (f(i,j) + f(i,j+1)) / 2$
- $\mathbf{e} = (f(i+1,j) + f(i+1,j+1)) / 2$
- $\mathbf{b} = (f(i,j) + f(i+1,j)) / 2$
- $\mathbf{d} = (f(i,j+1) + f(i+1,j+1)) / 2$
- $\mathbf{c} = (f(i,j) + f(i,j+1) + f(i+1,j) + f(i+1,j+1)) / 4$

Interpolação de imagens

- Interpolação bilinear:



Interpolação de imagens

- O próximo nível de complexidade é a interpolação bicúbica, que envolve dezesseis vizinhos mais próximos de um ponto.
- Geralmente a interpolação bicúbica realiza um papel melhor de preservar detalhes que a interpolação bilinear.
- A interpolação bicúbica é o padrão usado em programas comerciais como Adobe Photoshop e Corel Photopaint.

Interpolação de imagens



Original



Reduzida



Ampliação vizinho
mais próximo



Ampliação
bilinear



Ampliação
bicúbica

PRÁTICA 3

Interpolação

