

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PDI – Aula 2

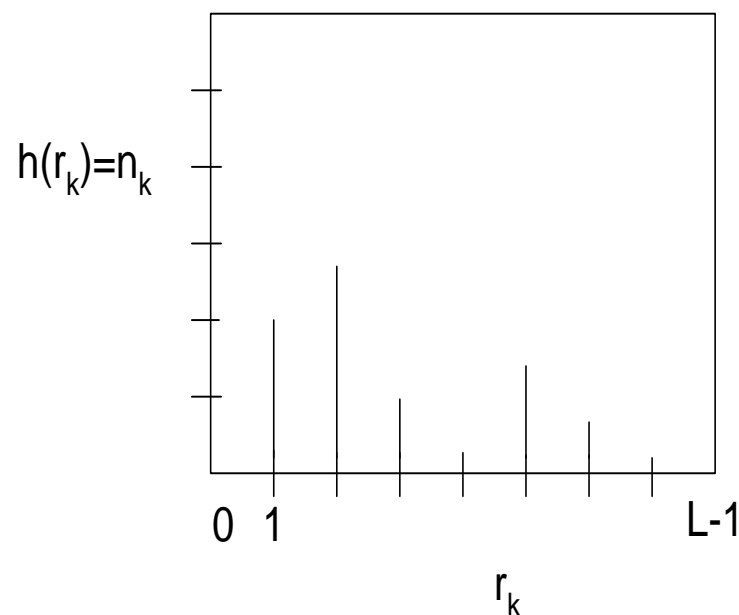
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Escola Agrícola de Jundiaí
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Profa. Alessandra Mendes



Histograma

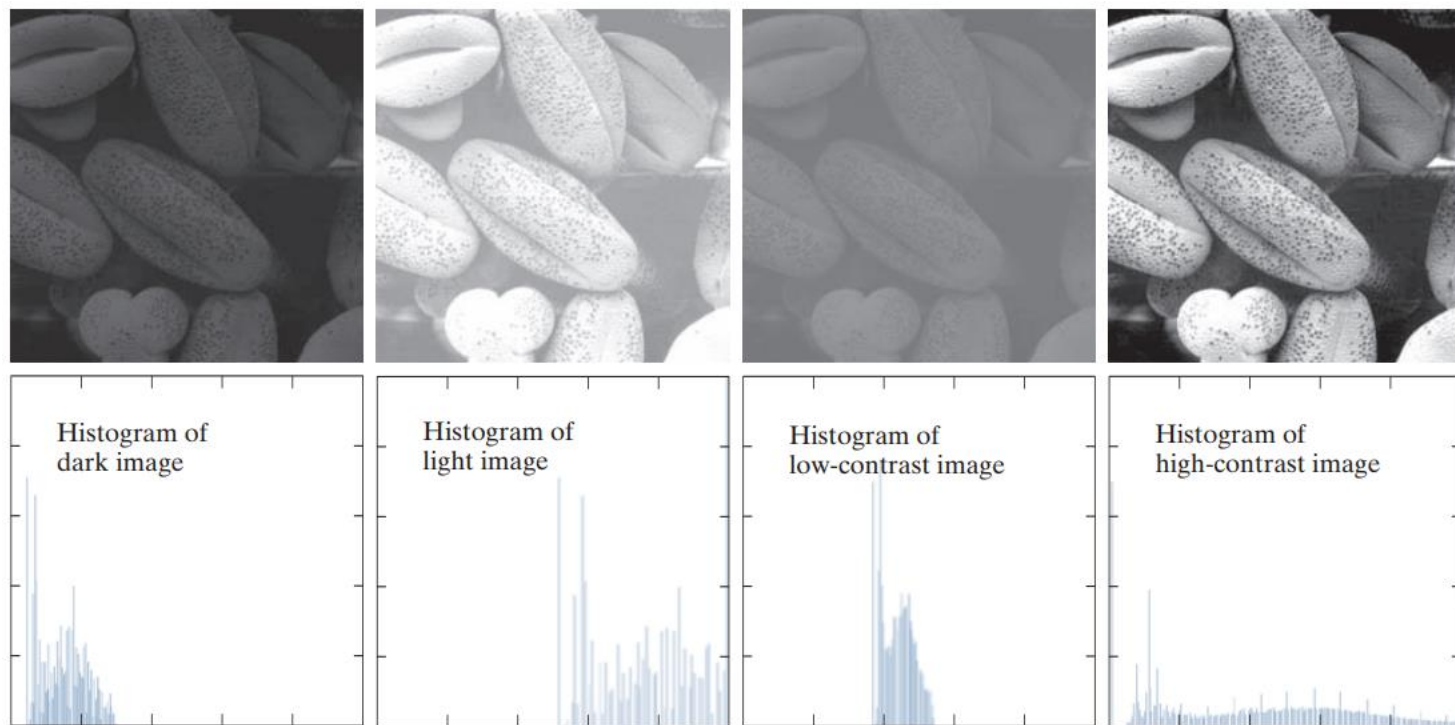
Histograma

- ▶ O histograma de uma imagem digital com níveis de intensidade no intervalo $[0, L-1]$ é uma função discreta $h(r_k) = n_k$, onde r_k é o k -ésimo valor de intensidade e n_k é o número de pixels na imagem com intensidade r_k .
- ▶ Utilizações:
 - ▶ Aprimoramento da imagem
 - ▶ Compressão
 - ▶ Segmentação ou limiarização



Processamento de Histograma

- ▶ Exemplos de imagens e seus respectivos histogramas.
- ▶ Quatro tipos básicos de imagem: escuro, claro, baixo contraste, alto contraste, e seus histogramas correspondentes.



© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Processamento de Histograma

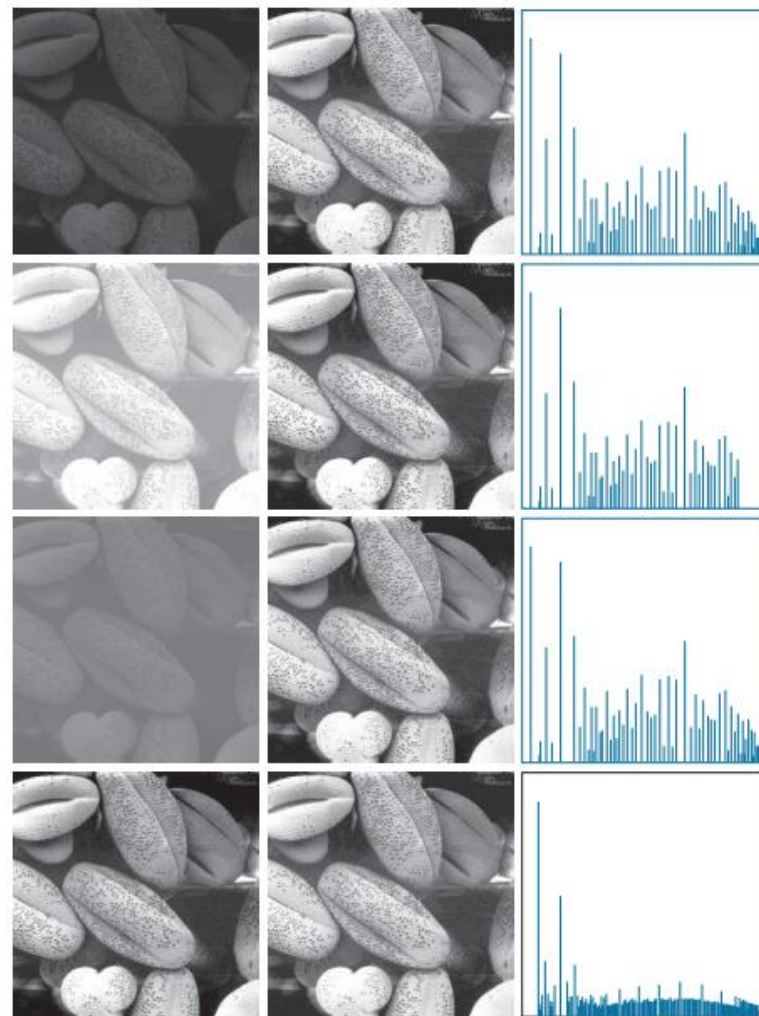
► *Equalização ou linearização*

- Consiste numa transformação $T(r_k)$ em que a imagem original resulte numa imagem onde os níveis de intensidade são uniformemente distribuídos.
- É aplicada uma transformação de intensidade $s = T(r)$, onde $0 \leq r \leq L - 1$.

Coluna 1: imagens originais

Coluna 2: imagens finais

Coluna 3: comparações entre histogramas



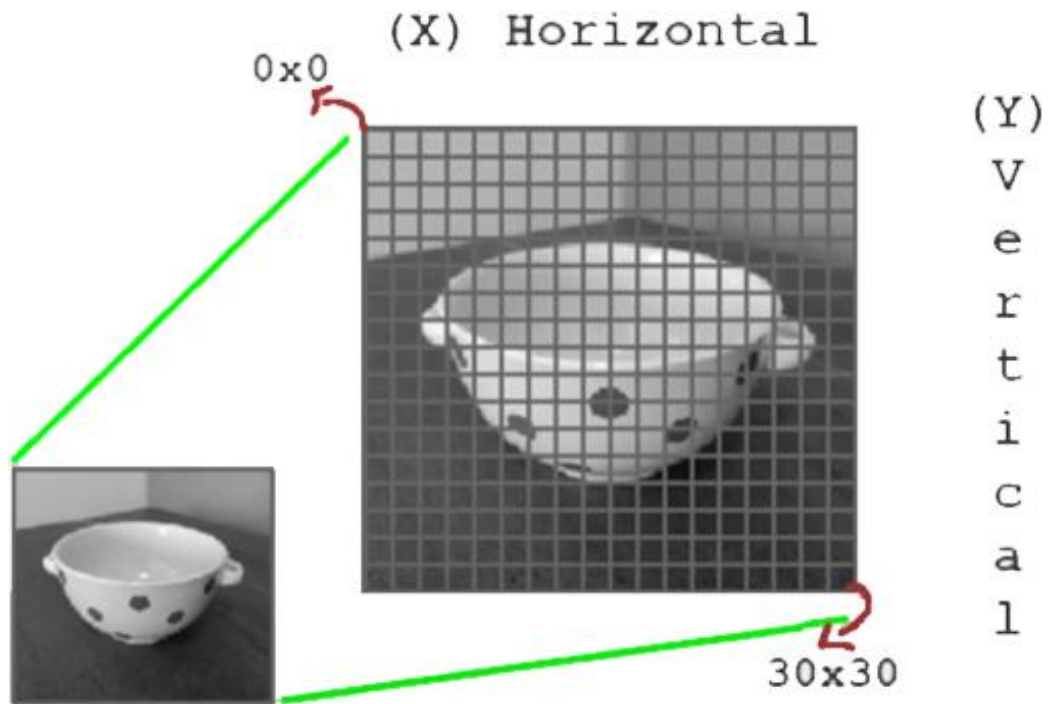
© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods



Domínio Espacial

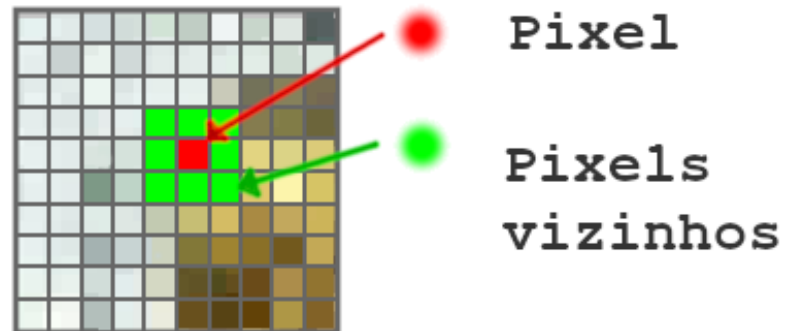
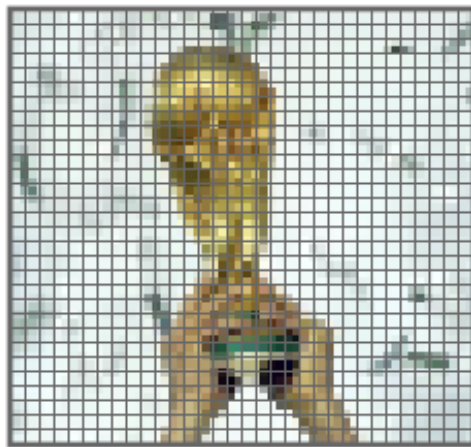
Domínio Espacial

- ▶ Refere-se a *matriz de pixels* da imagem digitalizada, geralmente contendo as informações de intensidade de cada pixel. da imagem.
- ▶ O pixel é a menor informação da imagem.
- ▶ A intensidade em um ponto (x,y) representa o valor do pixel na coordenada (x,y) da imagem.



Domínio Espacial

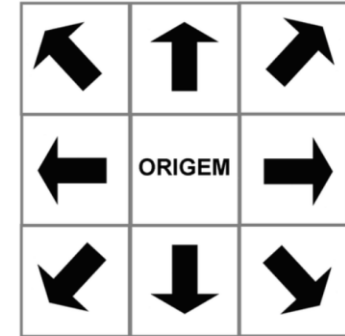
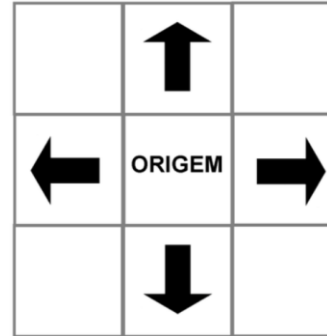
- ▶ Toda **operação** no domínio de espaço de uma imagem utiliza as informações de cada **pixel** e/ou dos seus **vizinhos**, para modificar a imagem.
- ▶ Em uma operação de adição de brilho, por exemplo, pode-se utilizar apenas a informação de um pixel de cada vez para realçar o brilho da imagem.



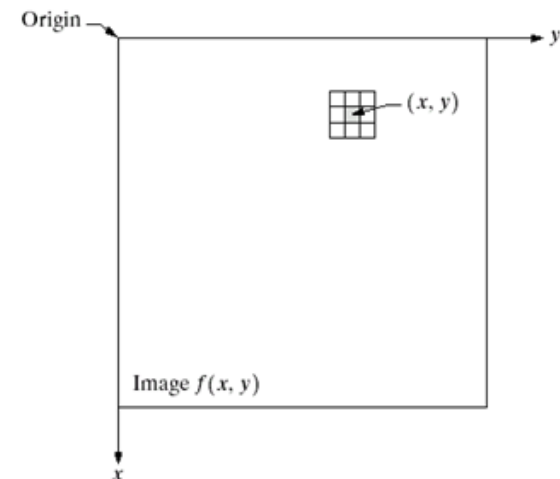
Domínio Espacial

- ▶ O que é *vizinhança*?

- ▶ São os pixels vizinhos ao pixel analisado (central).



- ▶ A principal técnica para definir uma vizinhança sobre (x,y) é o uso de uma região quadrada ou retangular centrada em (x,y) .
- ▶ O centro da região é movido por todos os pixels da imagem de entrada f , aplicando o operador T a cada posição (x,y) para produzir $g(x,y)$.



© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Domínio Espacial

- ▶ Duas importantes categorias de operações de processamento no domínio do espaço são:

- ▶ Transformações de intensidade

(exemplo – negativo)



- ▶ Filtragem espacial
- (exemplo – remoção de ruído)



Transformação de Intensidade

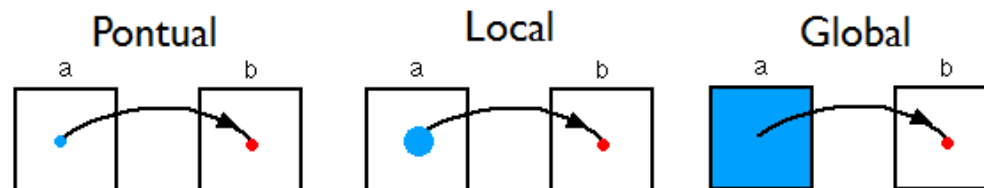
- ▶ As funções de PDI no domínio espacial podem ser expressas como:

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

- ▶ onde $f(x, y)$ é a imagem de entrada, $g(x, y)$ é a imagem de saída e T é um operador sobre f definido sobre o ponto (x, y) ou alguma vizinhança do ponto (x, y) .

Transformação de Intensidade

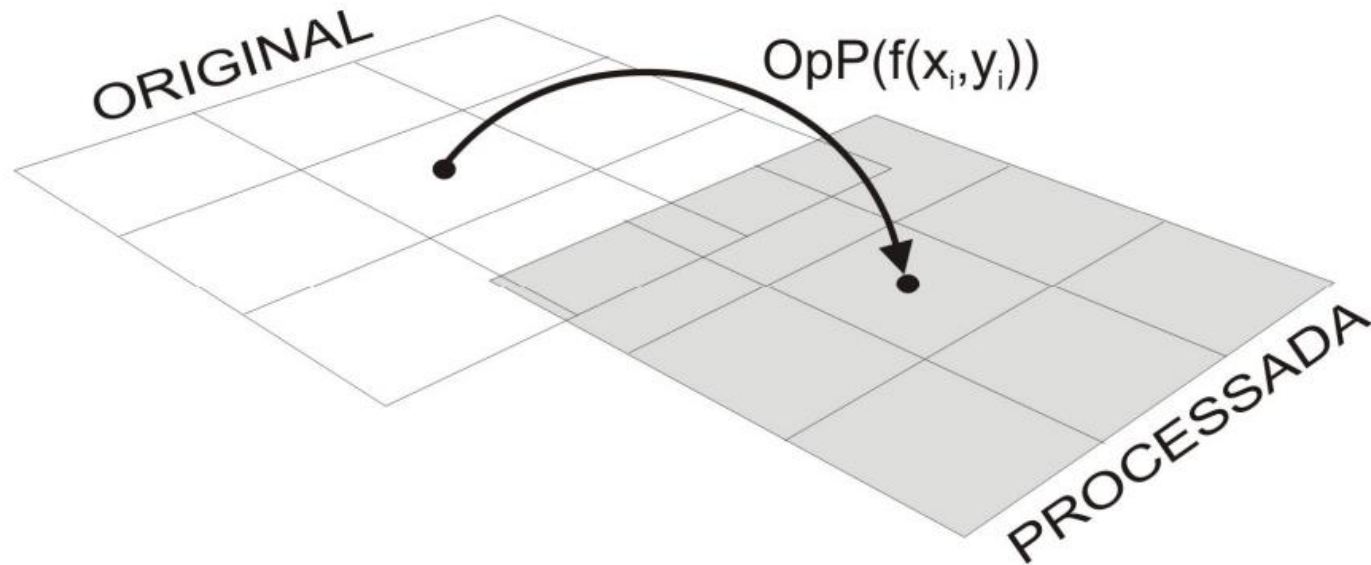
- ▶ As Funções de Transformação de Intensidade podem ser classificadas como:
 - ▶ **Pontual ou ponto-a-ponto** – quando o valor de saída na coordenada especificada depende somente do **valor de entrada** da mesma coordenada;
 - ▶ **Local** – quando o valor de saída na coordenada especificada depende dos valores de entrada na **vizinhança** desta coordenada;
 - ▶ **Global** – quando o valor de saída na coordenada especificada depende dos valores dos pixels de **toda a imagem**.



Transformação de Intensidade

► *Pontual ou ponto-a-ponto*

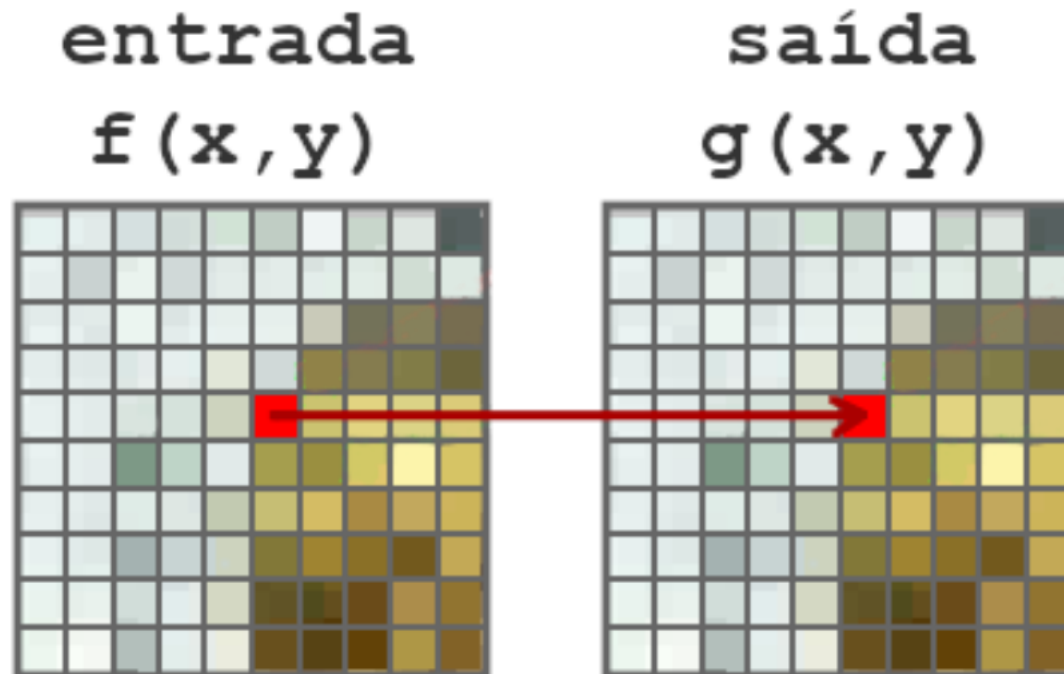
O *pixel*, na posição (x_i, y_i) , da imagem resultante depende apenas do *pixel* na imagem original.



Transformação de Intensidade

► *Pontual ou ponto-a-ponto*

- Será utilizado apenas o pixel da posição $f(x,y)$ como entrada da operação que irá alterar o mesmo pixel da posição $g(x,y)$ na imagem de saída.

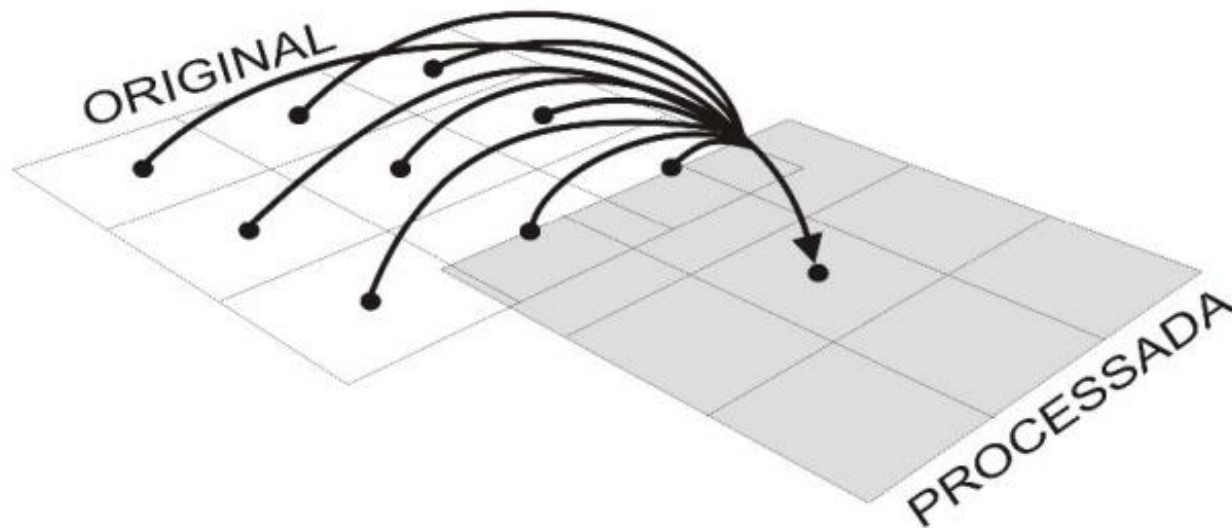


Transformação de Intensidade

► *Local*

Um *pixel* da imagem resultante depende de uma **vizinhança** do mesmo *pixel* na imagem original

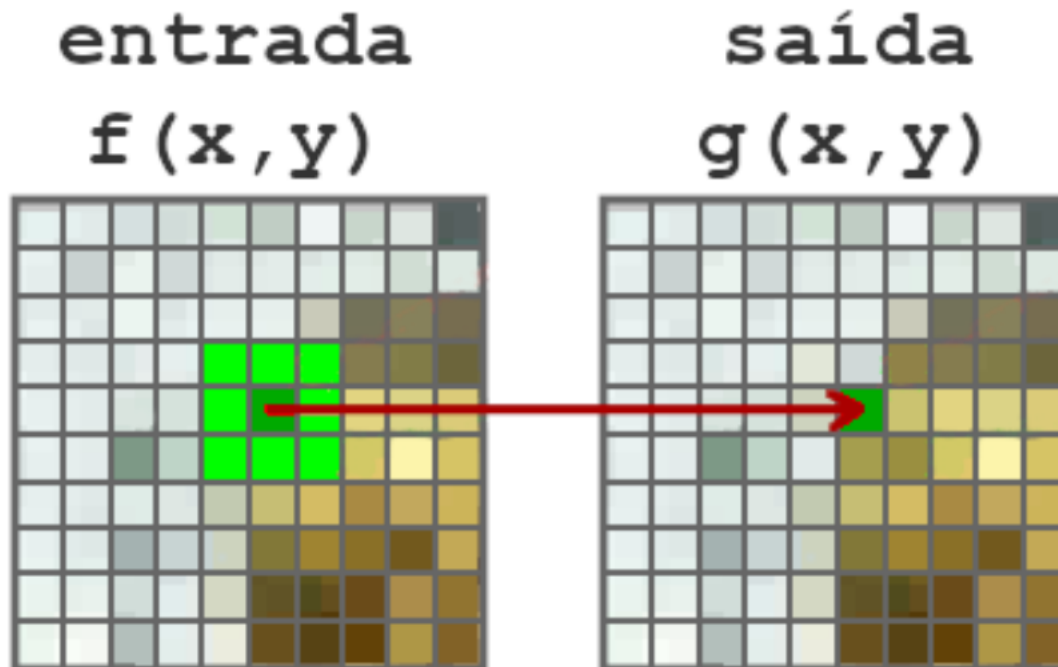
$$\text{OpL}(f(x_i, y_i), f(x_{i-1}, y_{i-1}), f(x_{i+1}, y_{i+1}), f(x_{i-1}, y_{i+1}), f(x_{i+1}, y_{i-1}), \dots)$$



Transformação de Intensidade

► *Local*

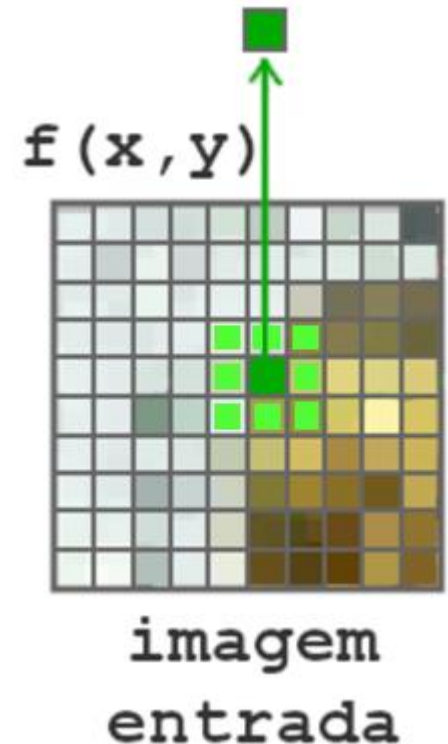
- Para gerar cada pixel de saída $g(x,y)$, a operação considera o mesmo pixel da imagem de entrada $f(x,y)$ e também os seus pixels vizinhos.



Transformação de Intensidade

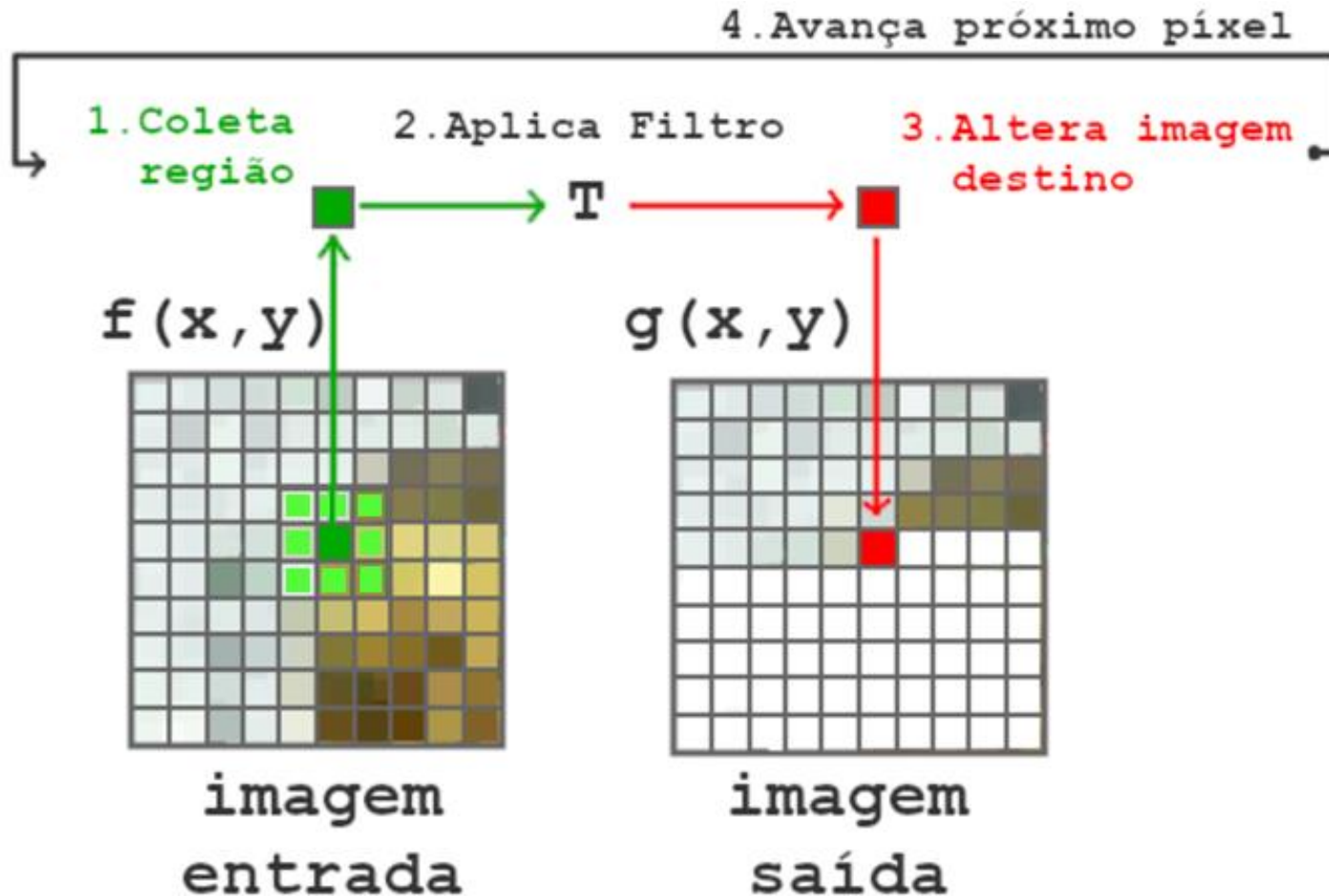
► *Local – filtro espacial*

- A filtragem espacial é uma das principais ferramentas utilizadas em processamentos de imagens para uma ampla gama de aplicações, como suavização, nitidez, destaque e aperfeiçoamento de bordas.
- Consiste em considerar na operação os pixels da vizinhança de $f(x,y)$ para a criação do novo pixel $g(x,y)$ na nova imagem de saída, de mesmas coordenadas do pixel do centro da vizinhança, cujo valor é o resultado da operação de filtragem.



Transformação de Intensidade

► *Local – filtro espacial*



Transformação de Intensidade

► *Global*

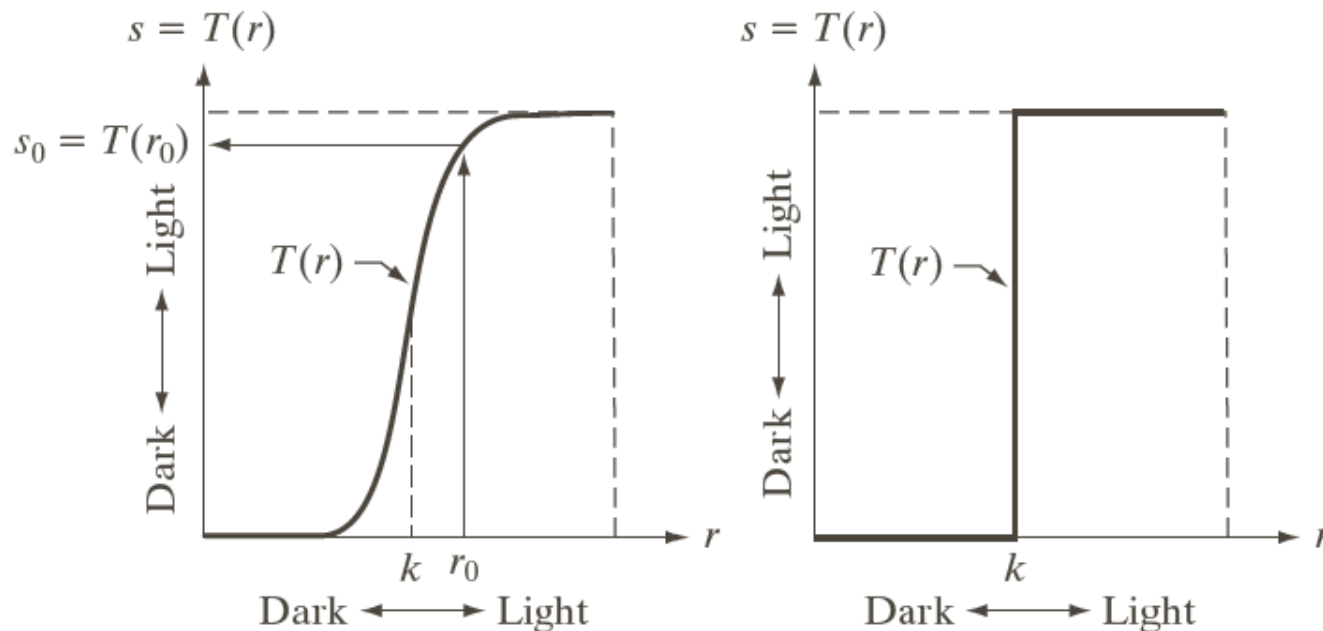
- Um pixel da imagem de saída depende de uma operação realizada em todos os pixels da imagem de entrada.



Transformações Pontuais

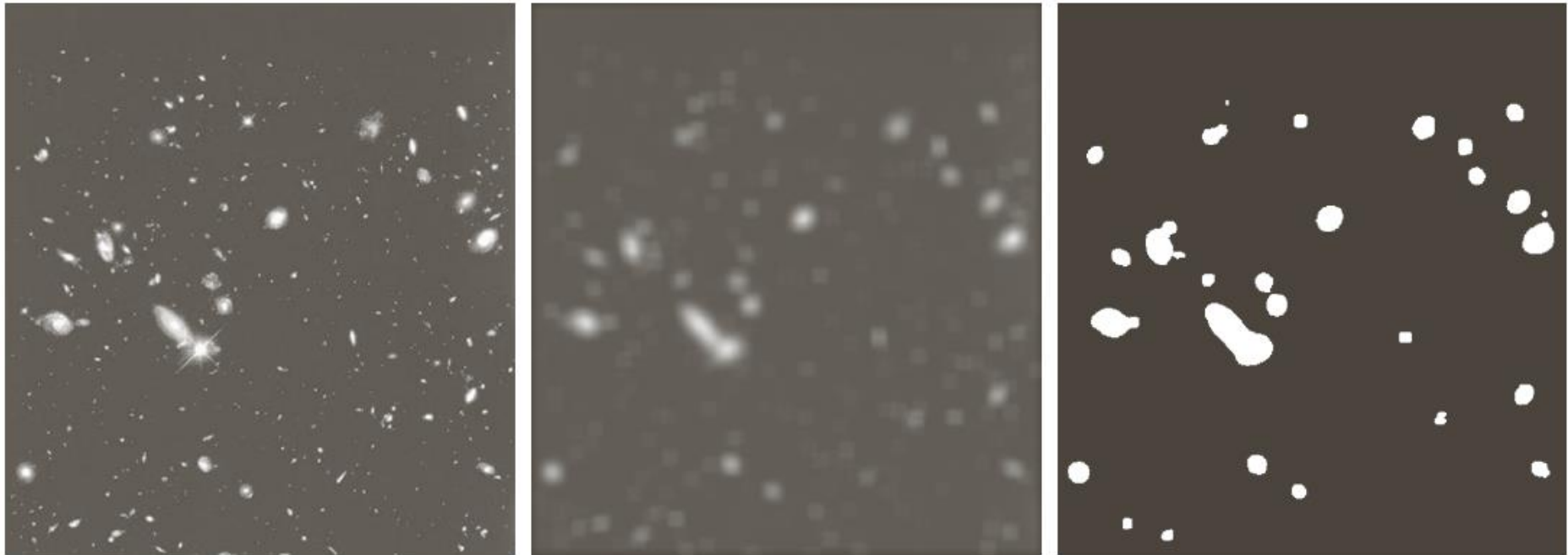
Transformação de Intensidade

- ▶ Exemplo: **limiarização** (ponto-a-ponto)
 - ▶ T é uma função de transformação de intensidade da forma $s = T(r)$, onde r e s denotam os níveis de cinza de $f(x,y)$ e $g(x,y)$ no ponto (x,y) .



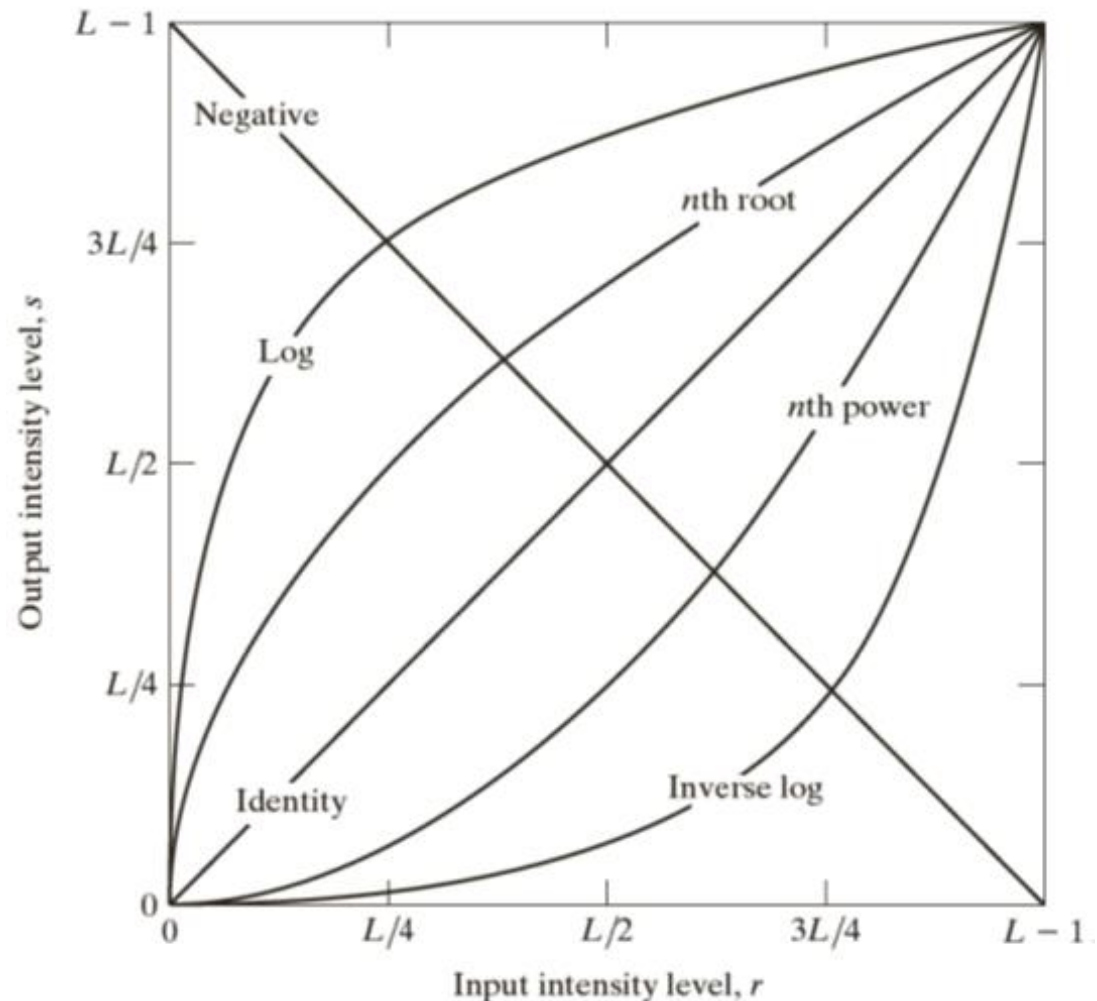
Transformação de Intensidade

- ▶ Exemplo: Aplicação de limiar em uma imagem (*thresholding*).



Transformação de Intensidade

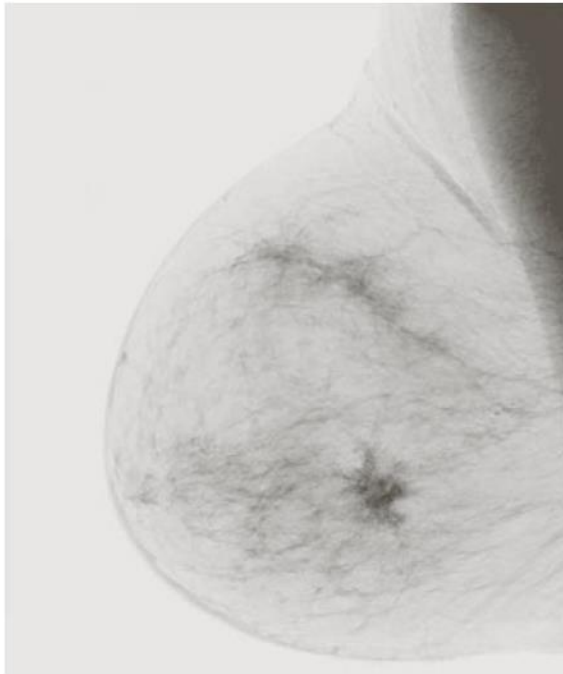
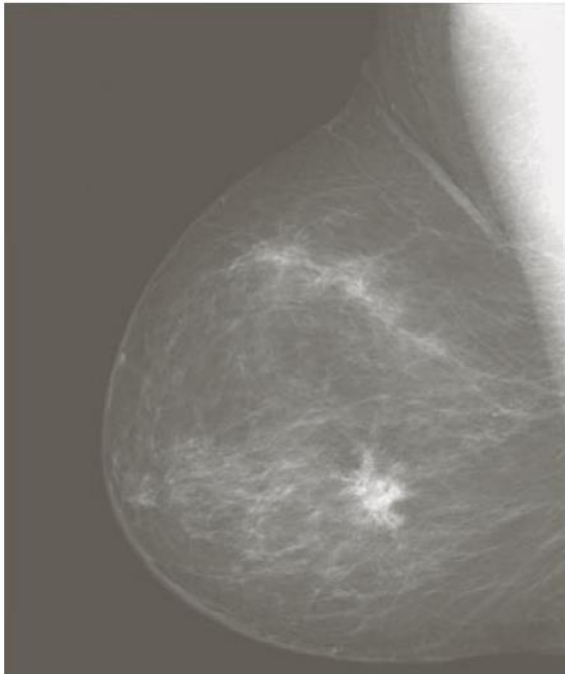
- ▶ Algumas funções básicas de transformação de intensidade.
- ▶ Todas as curvas foram escaladas para enquadrar no intervalo mostrado.



© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Transformação de Intensidade

- ▶ Exemplo: **Negativo** (*negative*): inversão da imagem.
 - ▶ O negativo de uma imagem com níveis de cinza no intervalo $[0, L-1]$ é obtida por: $s = L - 1 - r$

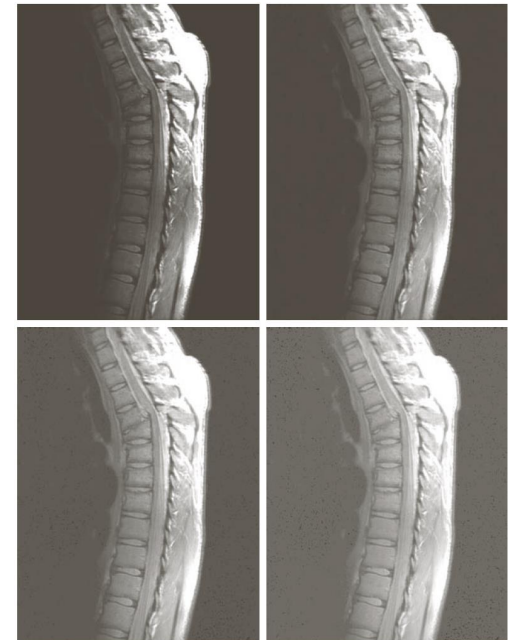


- (a) Mamografia digital original.
- (b) Imagem negativa.

Transformação de Intensidade

- ▶ Exemplo: **Potência** (*pow*): alguns dispositivos usados para capturar, imprimir e exibir imagens respondem de acordo com funções exponenciais e as imagens que não são propriamente corrigidas aparecem muito escuras.
- ▶ Sendo c e γ constantes positivas, $s = cr^\gamma$

- (a) Imagem MRI de uma espinha humana fraturada
(b) – (d) Resultado da aplicação da potência com $c = 1$ e $\gamma = 0.6$, 0.4 e 0.3 respectivamente.

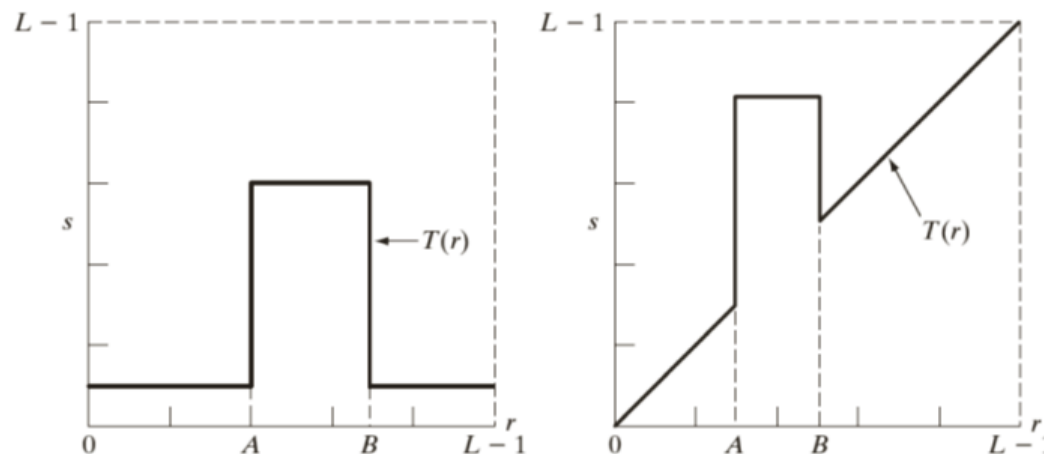


© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Transformação de Intensidade

► *Fatiamento de níveis de intensidade*

- Destaca partes de uma imagem a partir da intensidade.

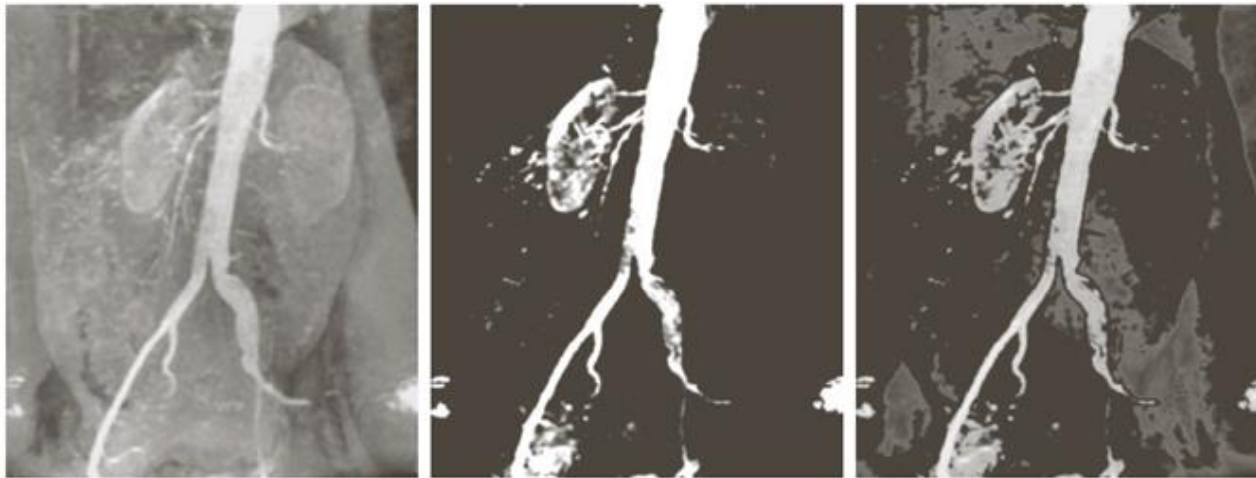


- A primeira transformação intensifica o intervalo de intensidade $[A,B]$ e reduz todas as intensidades a um nível menor.
- A segunda transformação intensifica o intervalo de intensidade $[A,B]$ e preserva todos os outros níveis de intensidade.

Transformação de Intensidade

► *Fatiamento de níveis de intensidade*

- Destaca partes de uma imagem a partir da intensidade.

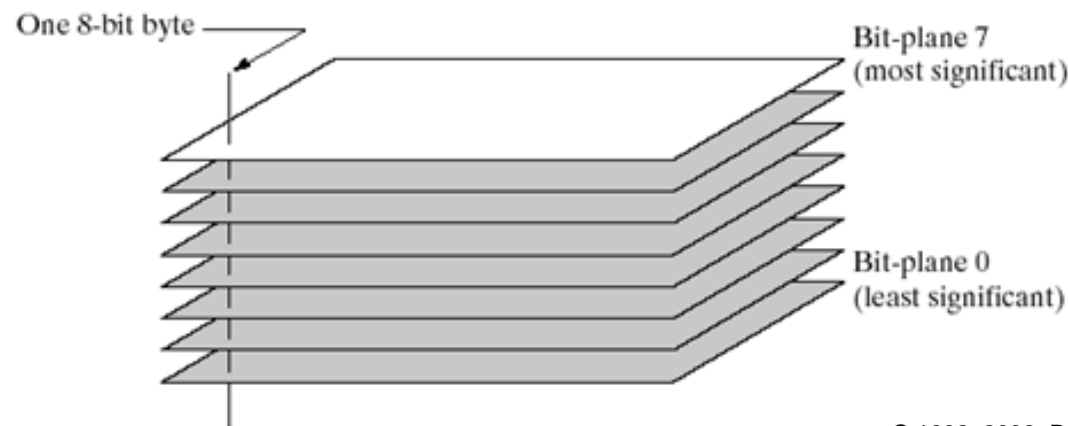


- (a) Angiograma aórtica.
- (b) Resultado usando a primeira transformação exposta anteriormente.
- (c) Resultado usando a segunda transformação exposta anteriormente.

Transformação de Intensidade

► *Fatiamento bit a bit*

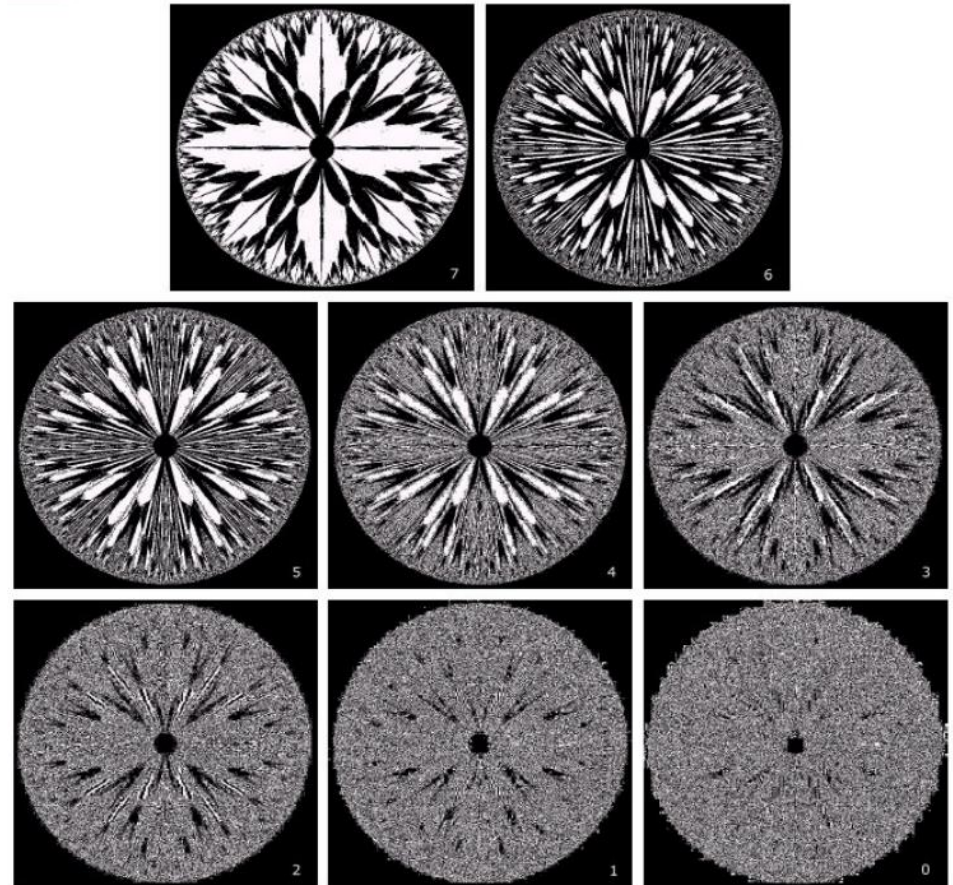
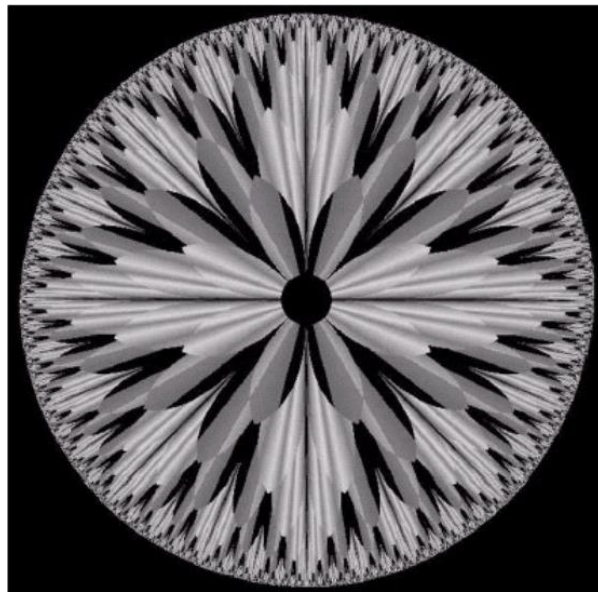
- Decompõe a imagem de acordo com os bits do número que representa os níveis de cinza de um pixel (compressão);
- Considere que cada pixel da imagem seja representado por 8 bits e a imagem formada por 8 planos de 1 bit. O plano 0 contém todos os bits menos significativos da imagem e o plano 7 contém todos os bits mais significativos.



© 1992–2008 R. C. Gonzalez & R. E. Woods

Transformação de Intensidade

► *Fatiamento bit a bit*

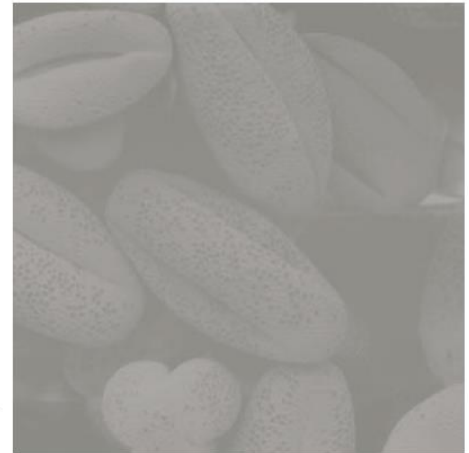
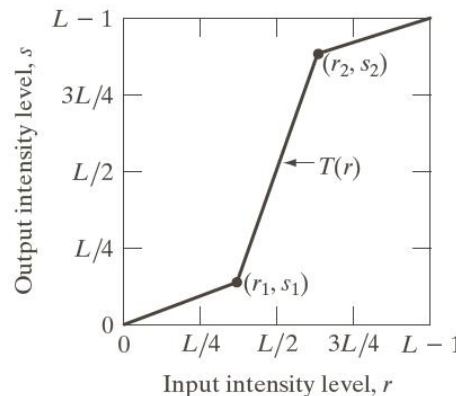


- (a) Uma imagem de 8 bits (fractal gerado por expressões matemáticas).
- (b) Imagens com plano-de-bits de 1 a 8, sendo o plano 1, menos significativo.

Transformação de Intensidade

► *Transformação linear definida por partes*

► Alargamento de contraste

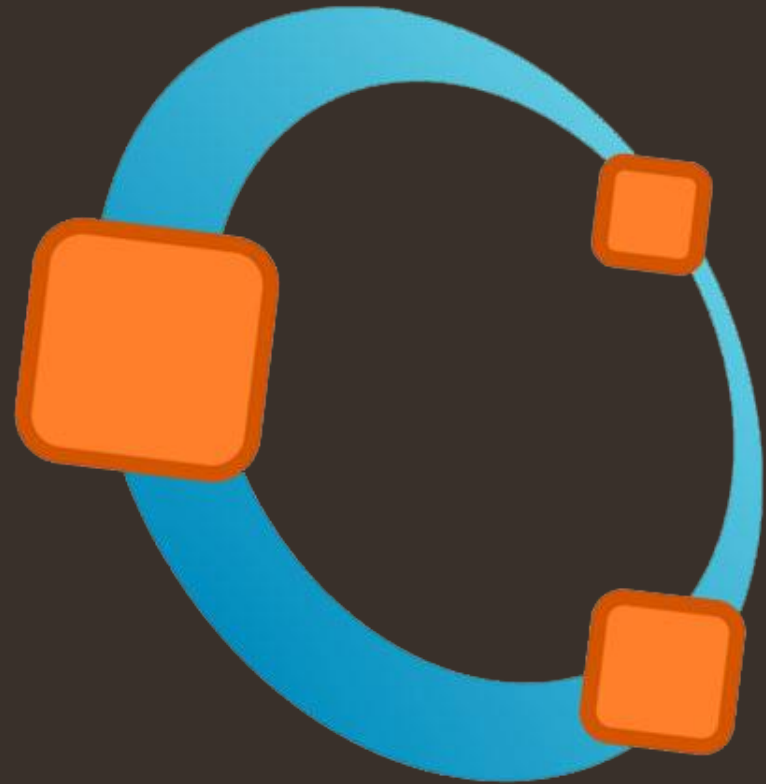


Alargamento de contraste.

- (a) Forma da função de transformação.
- (b) Imagem de baixo contraste.
- (c) Resultado
- (d) Resultado da limiarização (*thresholding*)



Limiarização, operações pontuais, histograma.



Disponível no SIGAA