

Capítulo 3

Transformações de intensidade e filtragem espacial



Transformações de intensidade e filtragem espacial:

Esse capítulo aborda as principais operações realizadas no domínio do espaço, ou seja, manipulando os pixels do próprio plano da imagem.

Operações como realce e suavização de imagens podem ser realizadas com filtragem espacial.

Operação como melhoria do contraste é uma operação de manipulação da intensidade dos pixels da imagem.

Em geral as técnicas no domínio do espaço são computacionalmente mais eficientes.

Os processos no domínio da frequência podem ser expressos como:

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad \text{eq. 3.1}$$

Onde $f(x, y)$ é a imagem de entrada, $g(x, y)$ é a imagem de saída e T é um operador em f definido em uma vizinhança do ponto (x, y) .

O operador T pode ser aplicado a uma imagem ou a várias imagens.

A figura 3.1 representa a aplicação básica da equação 3.1 (slide anterior).

Na prática o valor em $g(x_i, y_i)$ depende do valor de $f(x_i, y_i)$ e dos vizinhos dele, além do operador T .

O operador T poderia ser algo como, calcular a média da intensidade dos vizinhos de $f(x_i, y_i)$.

O operador T é aplicado, em deslocamento, a todos os pixels da imagem. Quando a origem se localizar nas bordas parte da vizinhança não existe e não será considerada nos cálculos.

Esse procedimento é denominado de filtragem espacial. O tipo de operação realizada na vizinhança determina a natureza do processo.

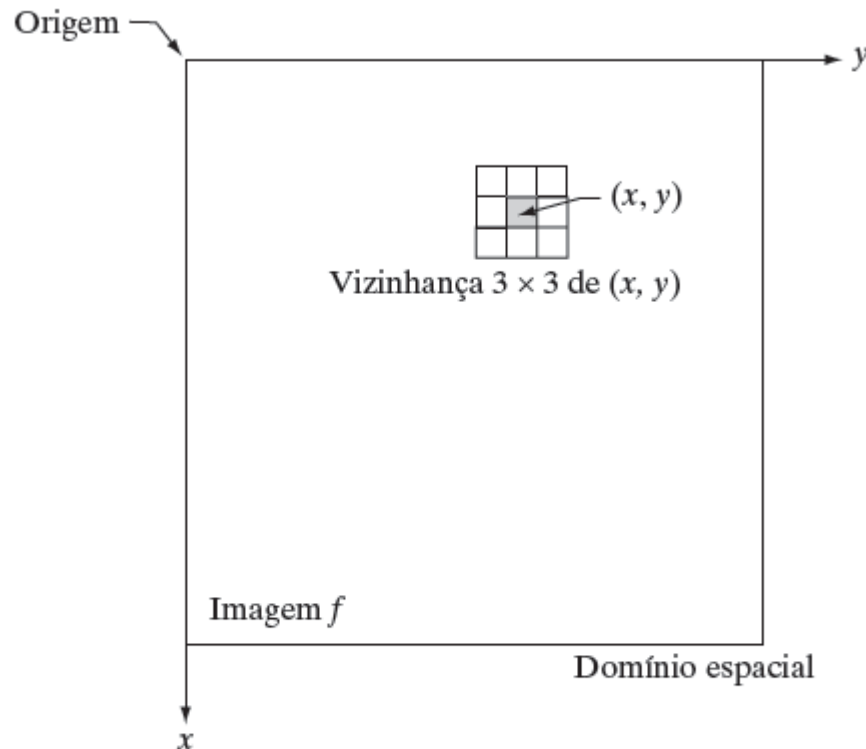


Figura 3.1 Uma vizinhança 3×3 ao redor de um ponto (x, y) em uma imagem no domínio espacial. A vizinhança é movida pixel a pixel na imagem para gerar uma imagem de saída.

A menor vizinhança possível tem tamanho 1×1 . É comum o uso de janelas 3×3 , 5×5 , etc.

Quando a vizinhança é 1×1 trabalha-se apenas com a intensidade, logo transformação de intensidade.

Ou também:

$$s = T(r),$$

onde s é a intensidade de saída do pixel de entrada r .

Função de alargamento do contraste e função de limiarização (thresholding):

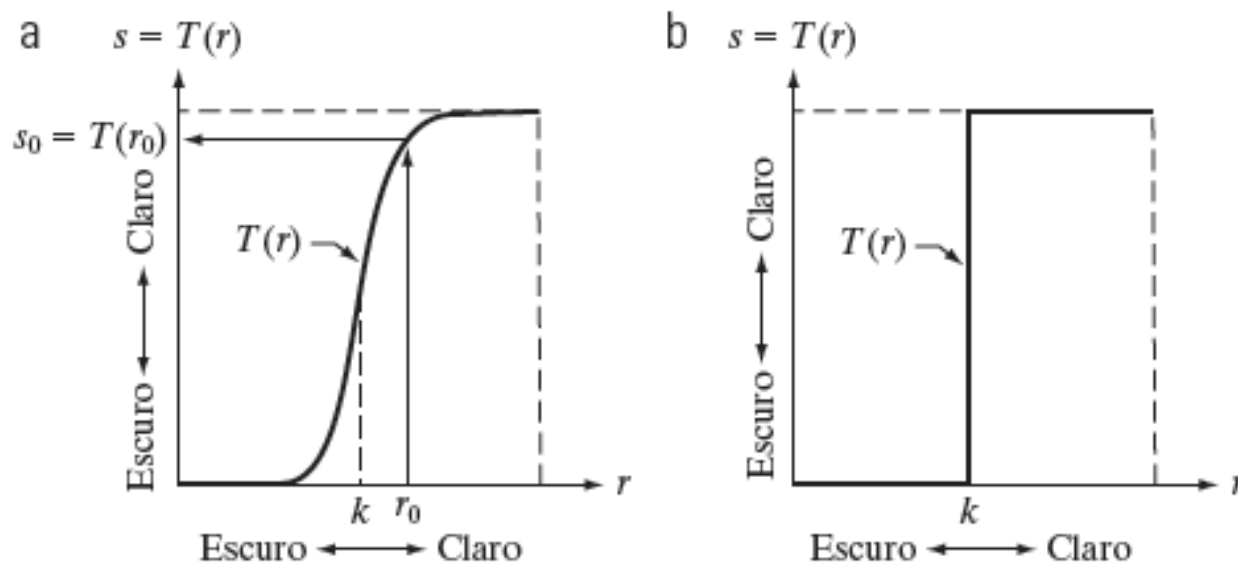


Figura 3.2 Funções de transformação de intensidade. (a) Função de alargamento de contraste. (b) Função de limiarização.

Funções básicas de transformação de intensidade:

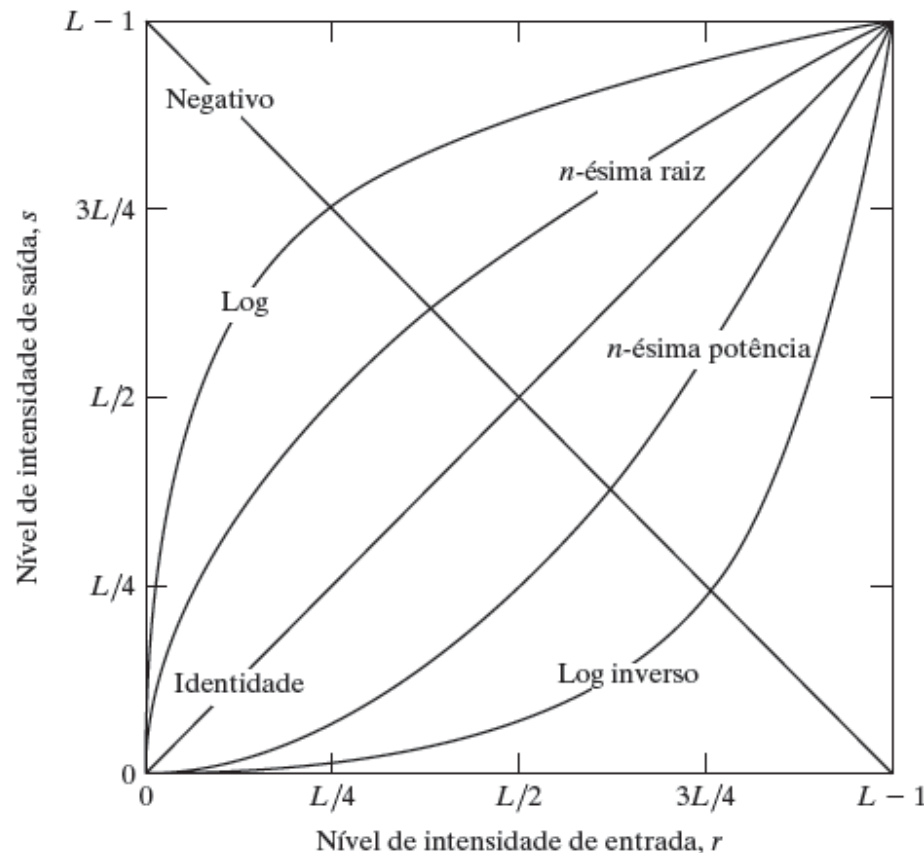


Figura 3.3 Algumas funções básicas de transformação de intensidade. Todas as curvas foram ajustadas para o intervalo mostrado.

3 tipos básicos de funções usadas para realce de imagens:

Linear (negativo e identidade)

Logarítmica (log e log inverso)

De potência (n -ésima potência ou n -ésima raiz).

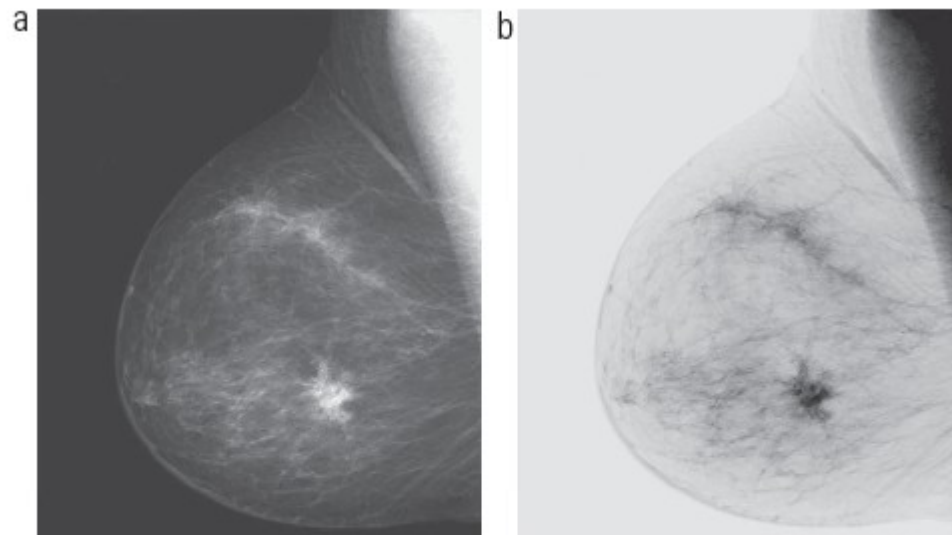


Figura 3.4 (a) Mamografia digital original. (b) Negativo da imagem obtido utilizando a função de transformação da Equação 3.2-1. (Cortesia da G.E. Medical Systems.)

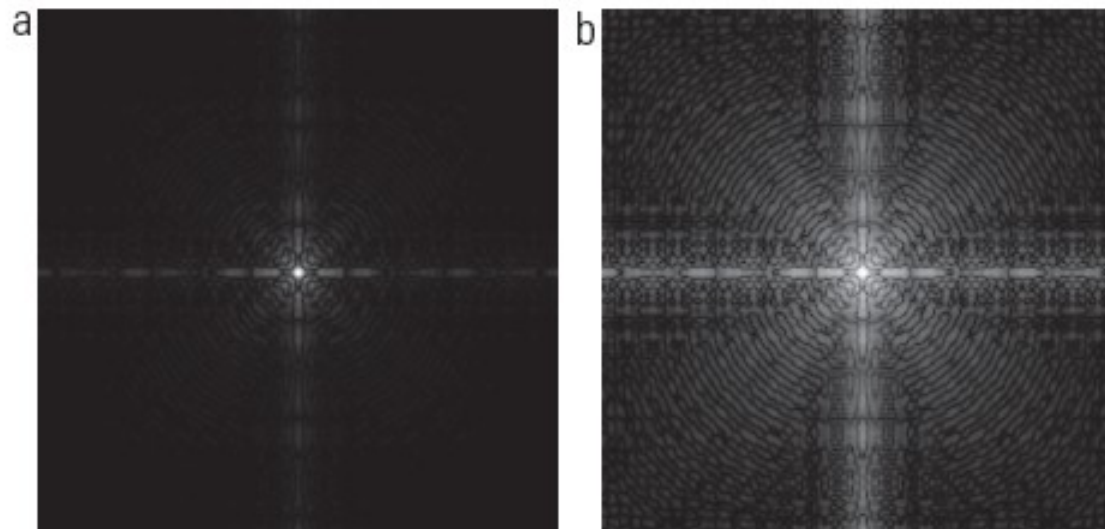


Figura 3.5 (a) Espectro de Fourier. (b) Resultado da aplicação da transformação logarítmica da Equação 3.2-2 com $c = 1$.

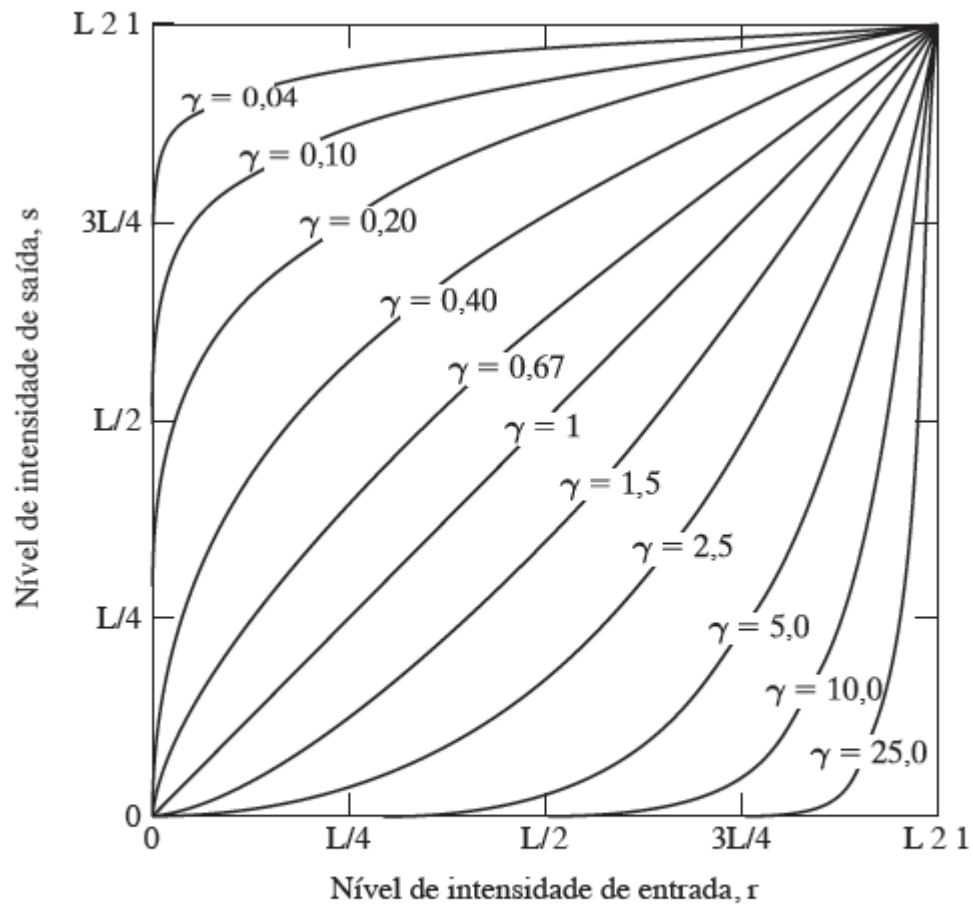


Figura 3.6 Plotagens da equação $s = cr^\gamma$ para vários valores de γ ($c = 1$ em todos os casos). Todas as curvas foram ajustadas para se adequar à faixa mostrada.

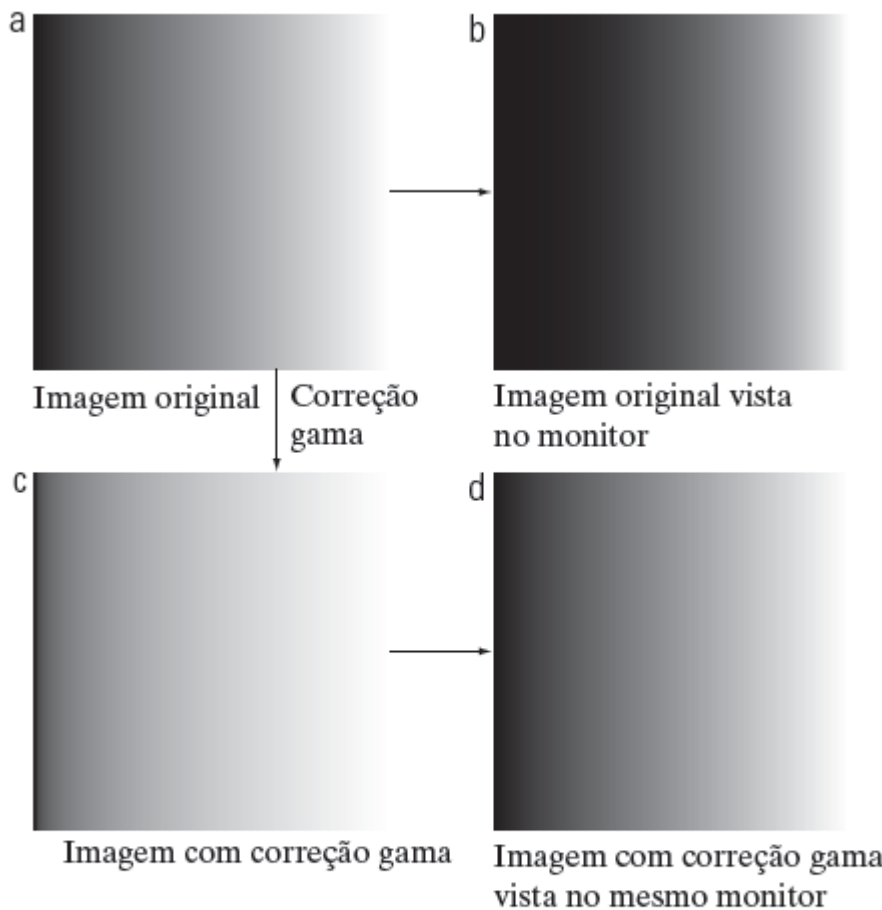


Figura 3.7 (a) Imagem com variação gradativa de intensidade (gradiente). (b) Imagem vista em um monitor simulado com gama igual a 2,5. (c) Imagem com correção gama. (d) Imagem corrigida vista no mesmo monitor. Compare (d) e (a).

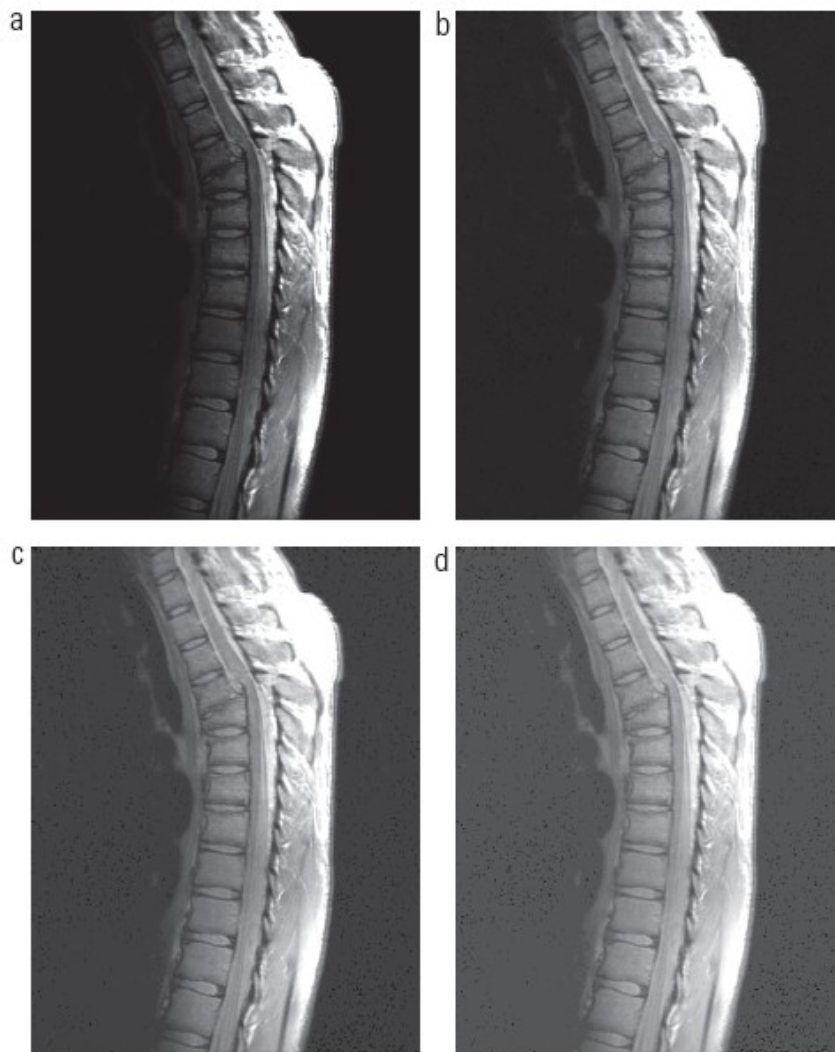


Figura 3.8 (a) Imagem de ressonância magnética (MRI) de uma coluna vertebral humana fraturada. (b) a (d) Resultados da aplicação da transformação na Equação 3.2-3 com $c = 1$ e $\gamma = 0,6, 0,4$ e $0,3$, respectivamente. (Imagem original: cortesia do Dr. David R. Pickens, Departamento de Radiologia e Ciências Radiológicas, Centro Médico da Universidade de Vanderbilt.)

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS



Figura 3.9 (a) Imagem aérea. (b) a (d) Resultados da aplicação da transformação na Equação 3.2-3 com $c = 1$ e $\gamma = 3,0, 4,0$ e $5,0$, respectivamente. (Imagem original: cortesia da Nasa.)

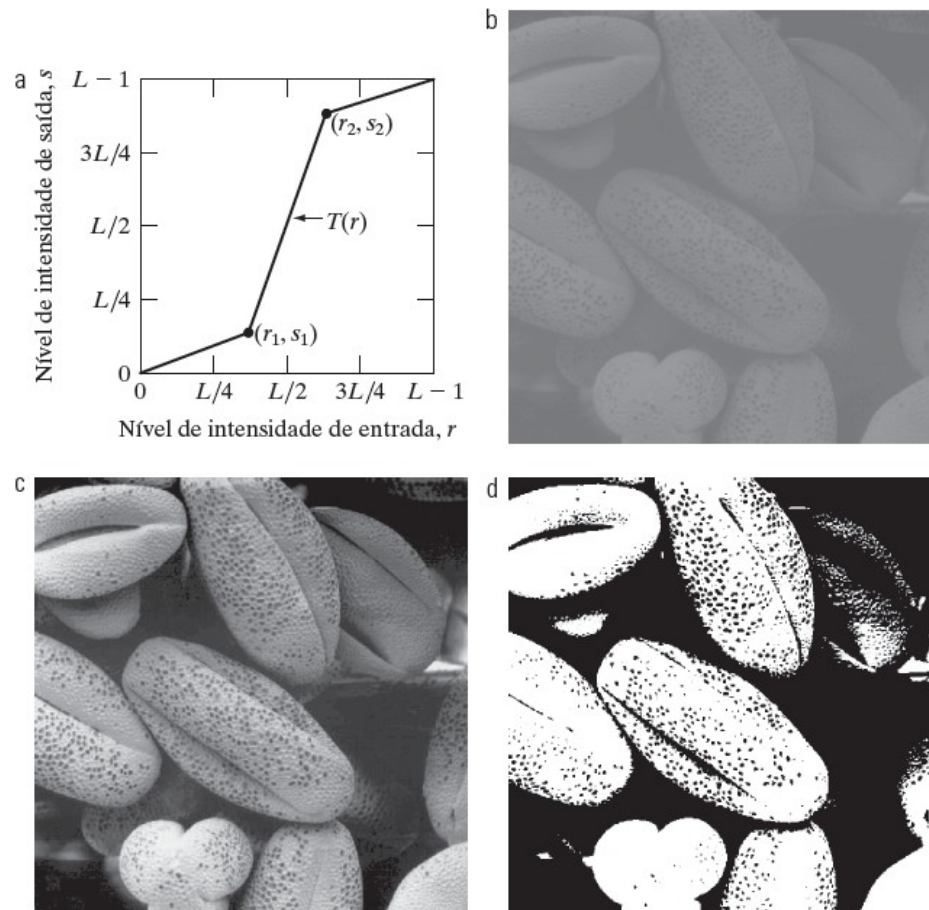


Figura 3.10 Alargamento de contraste. (a) Forma da função de transformação. (b) Uma imagem de baixo contraste. (c) Resultado do alargamento de contraste. (d) Resultado da limiarização. (Imagem original: cortesia do Dr. Roger Heady, Faculdade de Pesquisas em Ciências Biológicas, Universidade Nacional Australiana, Camberra, Austrália.)

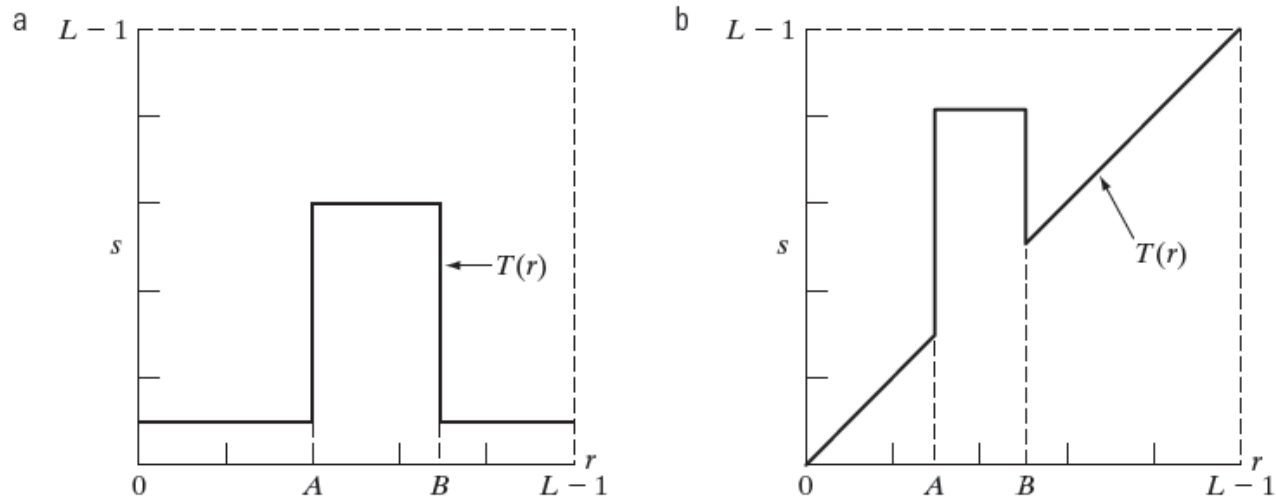


Figura 3.11 (a) Essa transformação enfatiza a faixa de intensidades $[A, B]$ e reduz todas as outras intensidades a um nível mais baixo. (b) Essa transformação enfatiza a faixa $[A, B]$ e preserva todos os outros níveis de intensidade.

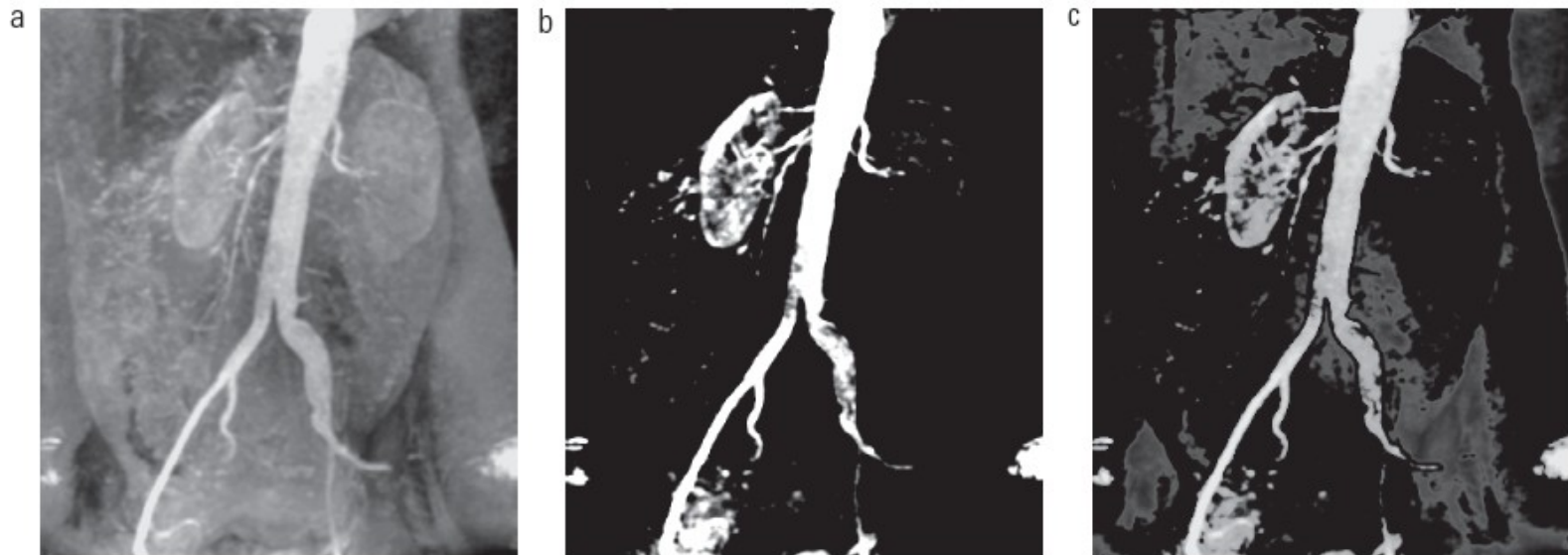


Figura 3.12 (a) Angiograma da aorta. (b) Resultado da utilização da transformação de fatiamento do tipo ilustrado na Figura 3.11(a) com a faixa de intensidades de interesse selecionada no extremo superior da escala de cinza. (c) Resultado da utilização da transformação na Figura 3.11(b) com a área selecionada ajustada para o preto, de forma que os níveis de cinza na área dos vasos sanguíneos e rins foram preservados. (Imagem original: cortesia do Dr. Thomas R. Gest, Faculdade de Medicina da Universidade de Michigan.)

Exercícios)

1) Fazer um programa que carrega a imagem (site do malopes) Fig0241-a.png e processa os níveis de cinza dos pixels de forma a aumentar o contraste linearmente obtendo como saída uma nova imagem processada.

“site do malopes”: <https://sites.google.com/view/malopes21>