



SEL 0339 – Introdução à Visão
Computacional

SEL 5886 – Visão Computacional

Aula 3

Processamento Espacial – Parte 1

Prof. Dr. Marcelo Andrade da Costa Vieira

mvieira@sc.usp.br



Processamento Espacial

- Transformações ponto a ponto
 - Histograma
 - Transformações lineares
 - Transformações não-lineares
- Transformações por vizinhança
 - Convolução
 - Filtros lineares
 - Máscara de aguçamento



Processamento Espacial

Parte 1

- Transformações ponto a ponto
 - Histograma
 - Transformações lineares
 - Transformações não-lineares
- Transformações por vizinhança
 - Convolução
 - Filtros lineares
 - Máscara de aguçamento

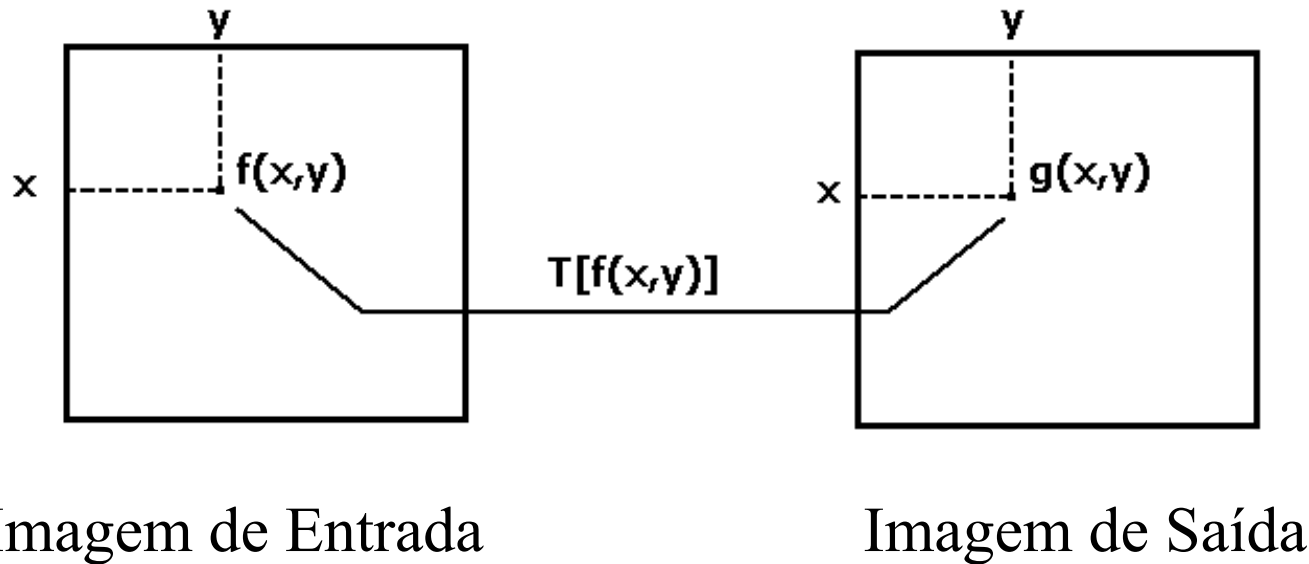


Transformações Ponto a Ponto

Operadores Ponto a Ponto

(Transformações de níveis de Cinza ou Mapeamento)

Cada ponto na Imagem de Entrada gera um só ponto na Imagem de Saída

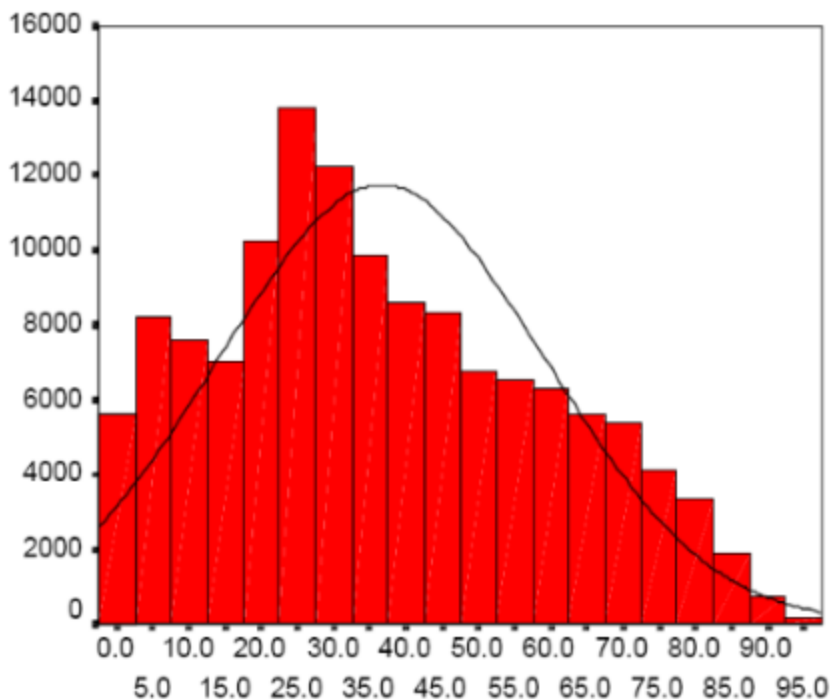


$T[f(x, y)] \implies$ Operação sobre cada ponto (cada Pixel)
da Imagem de Entrada

Histogramas

O histograma de uma imagem em tons de cinza é uma função $H(k)$ que produz o número de ocorrências de cada nível de cinza na imagem.

$$0 \leq k \leq L - 1$$



L é o número de níveis de cinza da imagem.

Histogramas

Histograma Normalizado:

O histograma é normalizado em $[0,1]$ quando se divide $H(k)$ pelo número $n = N \times M$ de pixels da imagem.

Ele representa a distribuição de probabilidade dos valores dos pixels.

Cada elemento do conjunto é calculado por :

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

$$0 \leq r_k \leq 1$$

Histogramas

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

$k = 0, 1, \dots, L-1$, e L é o número de níveis de cinza da imagem.

n = número total de pixels na imagem

n_k = número de pixels cujo nível de cinza corresponde a k .

$P_r(r_k)$ = Probabilidade do K -ésimo nível de cinza.

Exemplo:

Seja uma imagem de 128x128 pixels cujas quantidades de pixels em cada nível de cinza são dadas na tabela abaixo: (8 Níveis de cinza)

$$n = 128 \times 128 = 16.384 \text{ pixels}$$

Nível de Cinza (r_k)	n_k	$P_r(r_k) = n_k/n$
0	1120	0,068
1	3214	0,196
2	4850	0,296
3	3425	0,209
4	1995	0,122
5	784	0,048
6	541	0,033
7	455	0,028

$$Pr(0) = 1120/16.384 \\ = 0.068$$

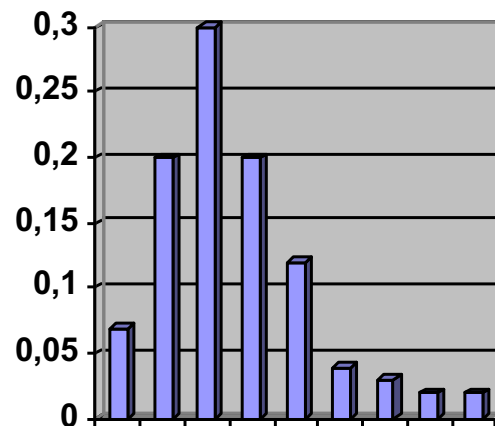
$$Pr(7) = 3214/16.384 \\ = 0,196$$

Características Importantes

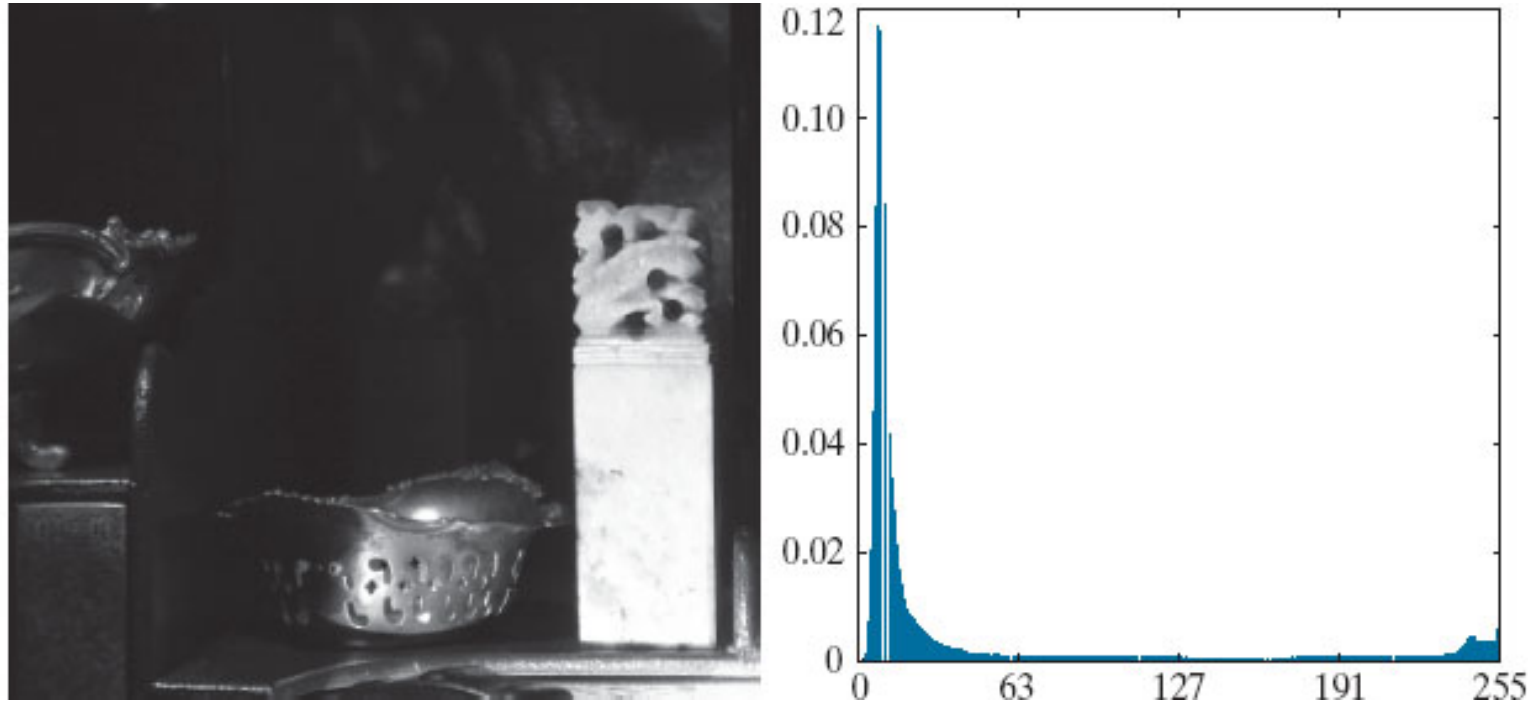
1) Um histograma é uma função de Distribuição de probabilidades

$$2) \sum P_r(r_k) = 1$$

3) Representação gráfica de um Histograma

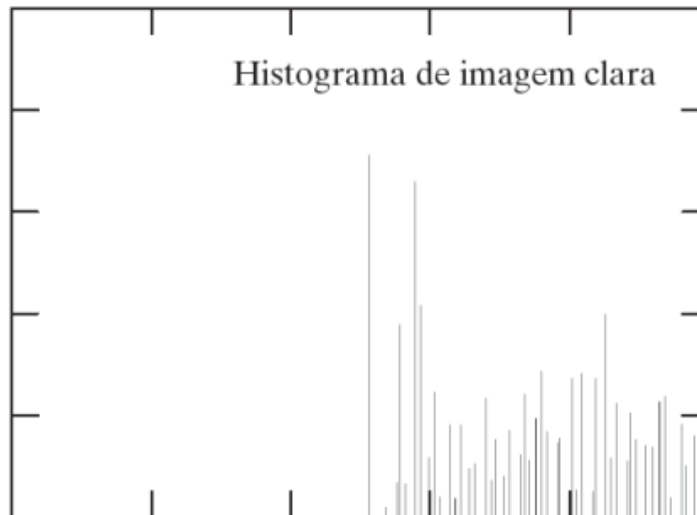
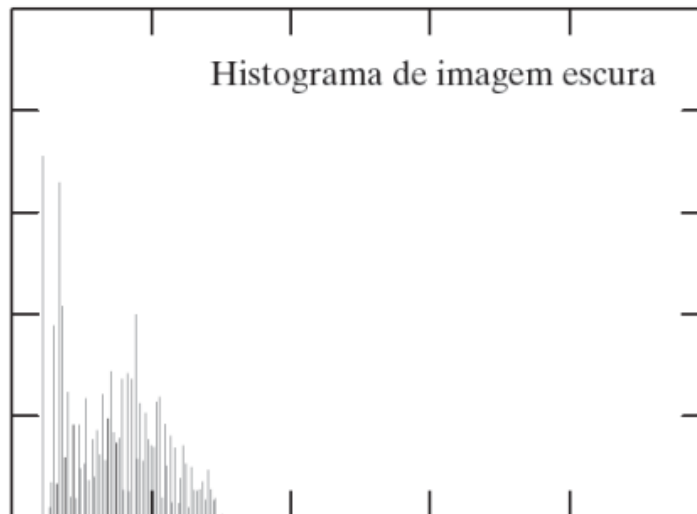
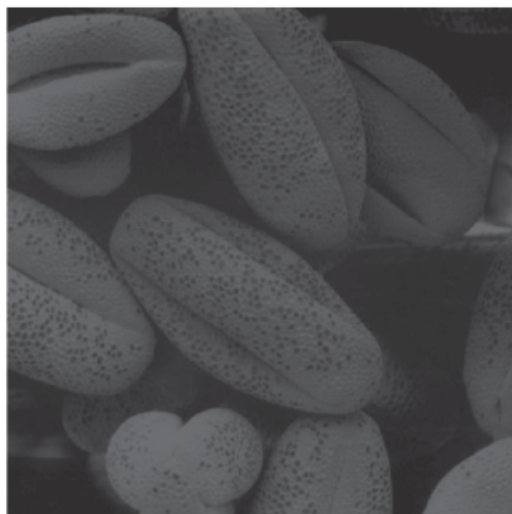


Exemplo de Histograma

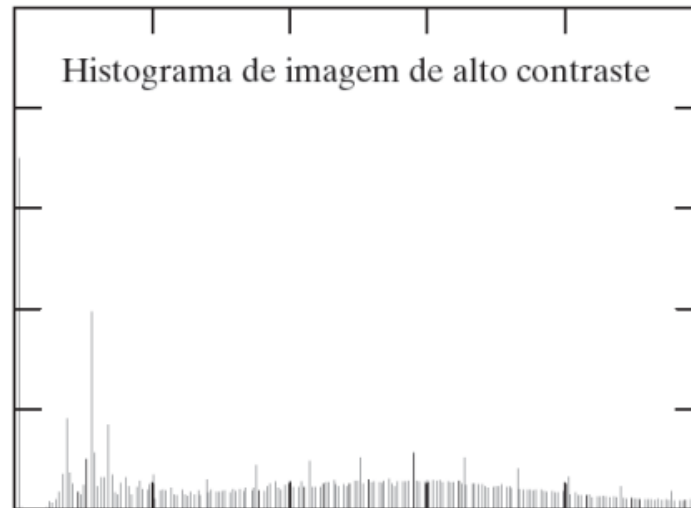
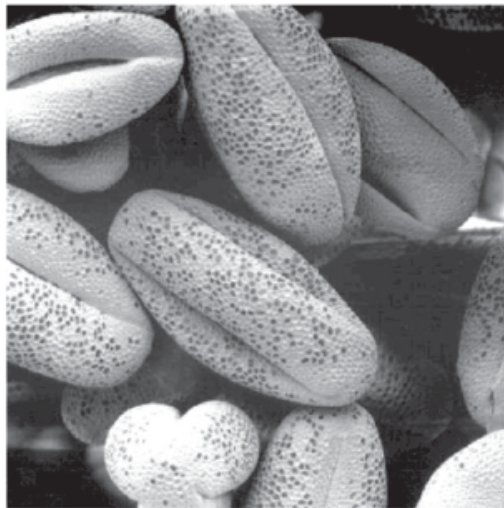
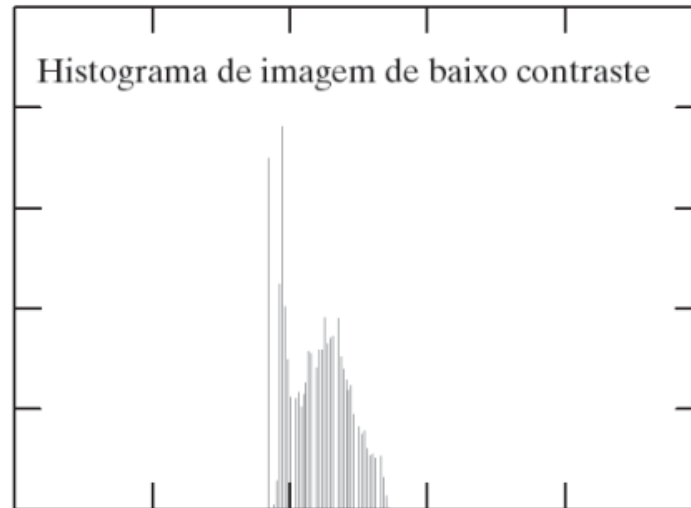
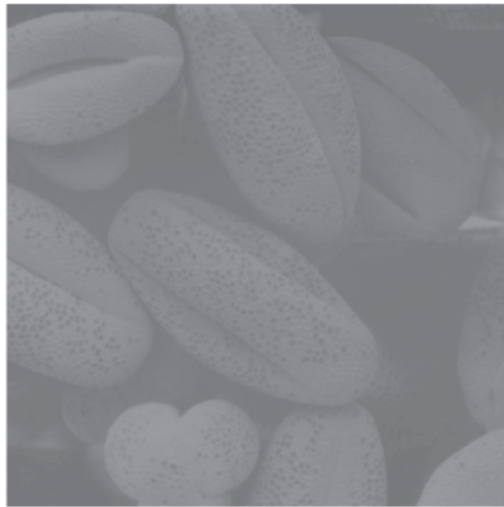


Obs: O histograma não traz informação posicional sobre os pixels da imagem

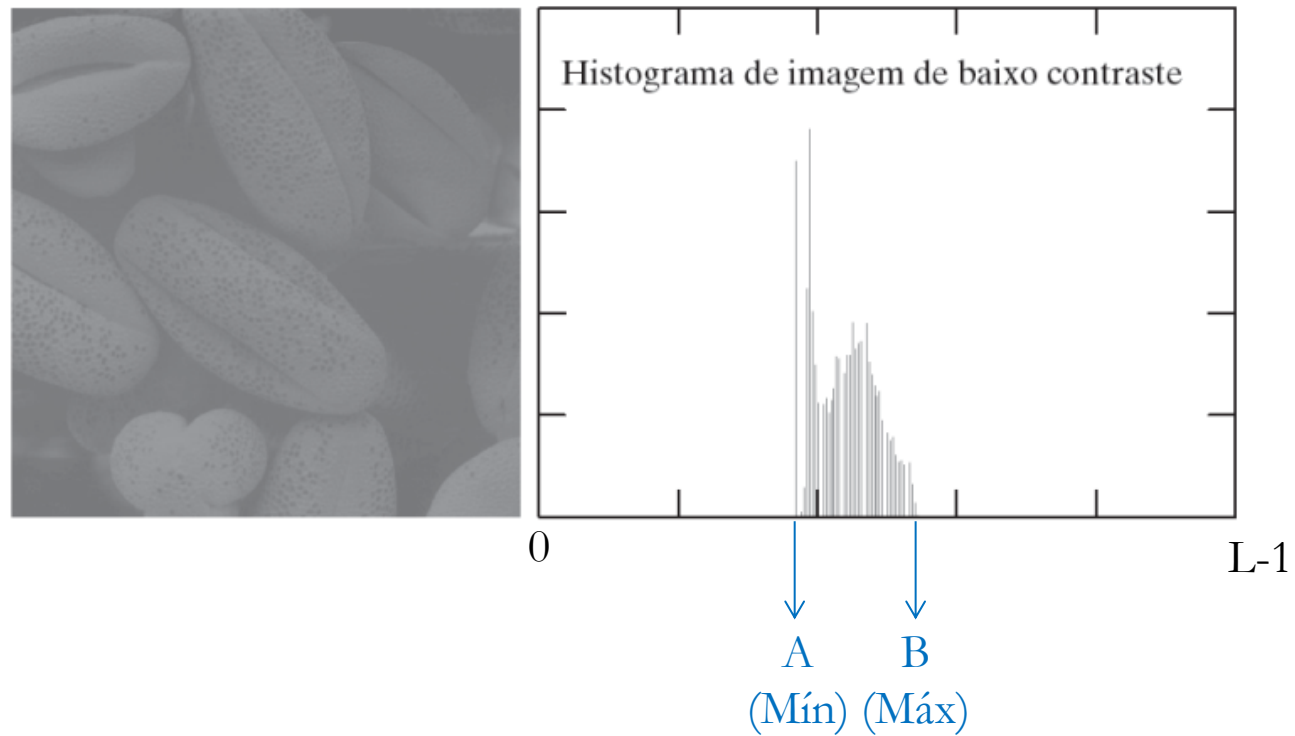
Exemplos de Histogramas



Exemplos de Histogramas

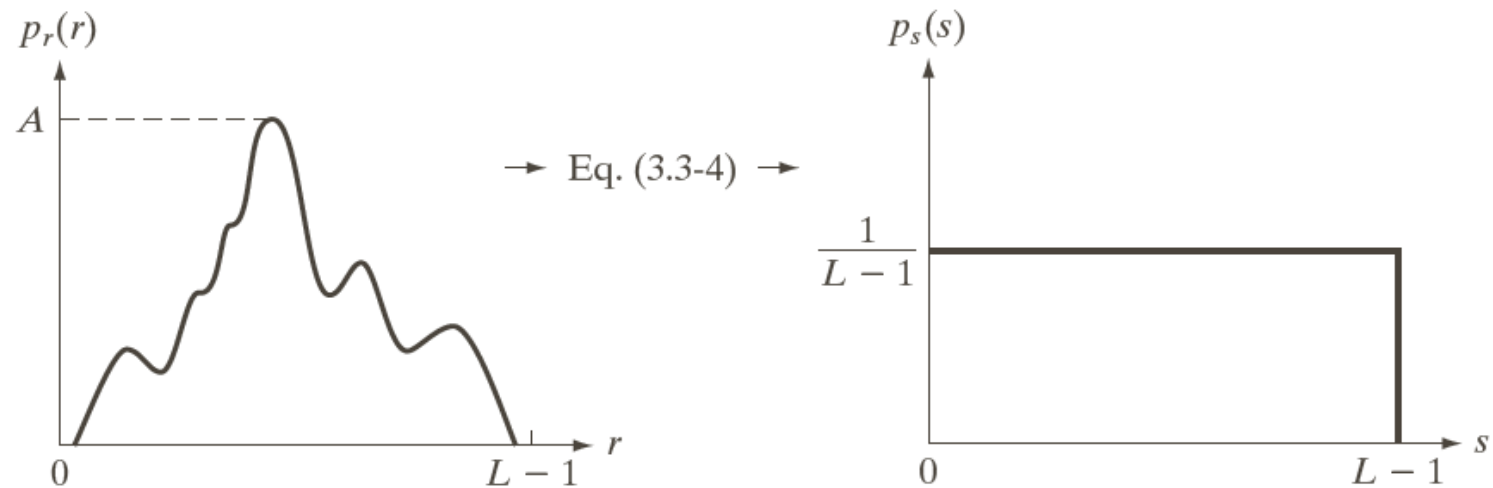


Alargamento de contraste:



$$g(x, y) = (f(x, y) - A) \cdot \frac{L - 1}{(B - A)}$$

Equalização do histograma:



a b

FIGURE 3.18 (a) An arbitrary PDF. (b) Result of applying the transformation in Eq. (3.3-4) to all intensity levels, r . The resulting intensities, s , have a uniform PDF, independently of the form of the PDF of the r 's.

Equalização do histograma:

- ❑ Aumentar o contraste geral na Imagem espalhando a distribuição de níveis de cinza.

Exemplo:

Dada uma Imagem de $n \times m$ Pixels e “g” níveis de cinza.

No. Ideal de pixels em cada nível $\Rightarrow I = (n \times m)/g$

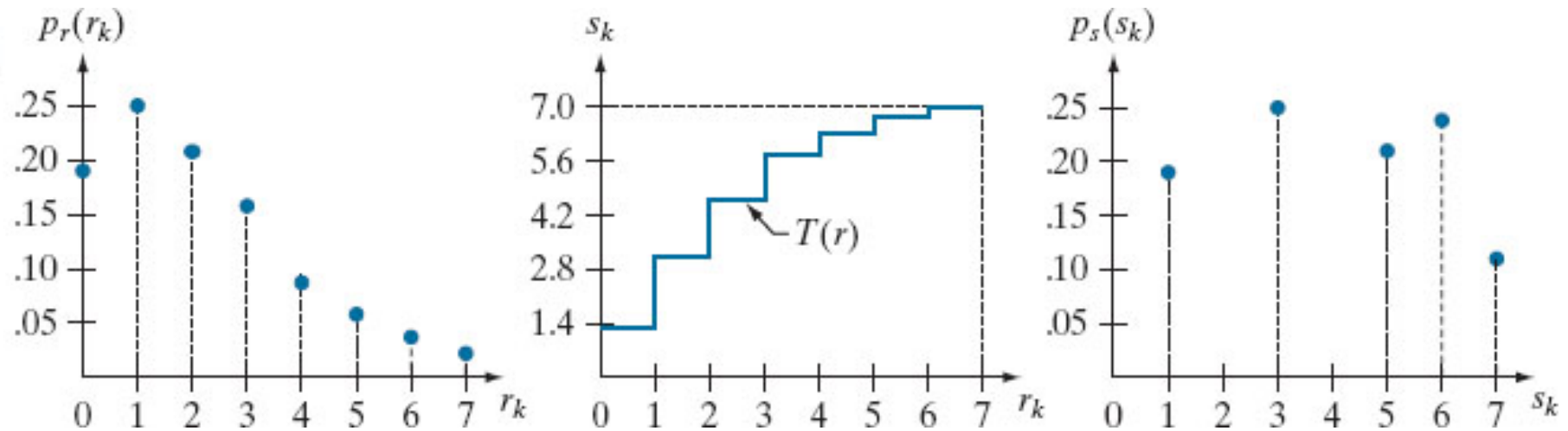
Exemplo:

Distribuição de intensidade de uma imagem digital 64 x 64 – 3 bits

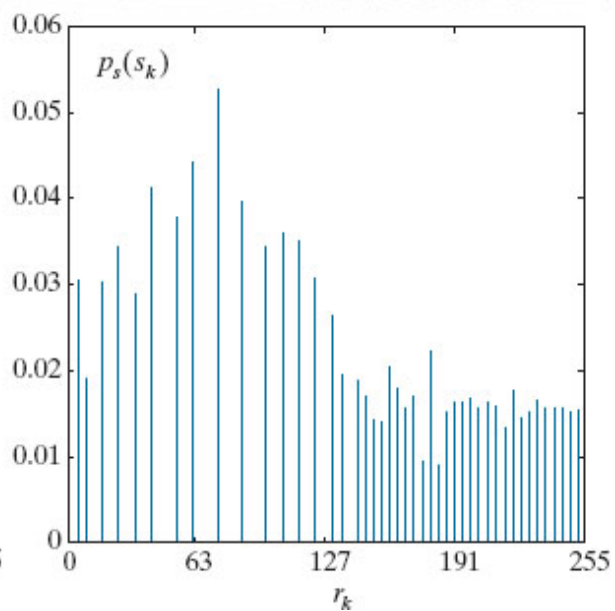
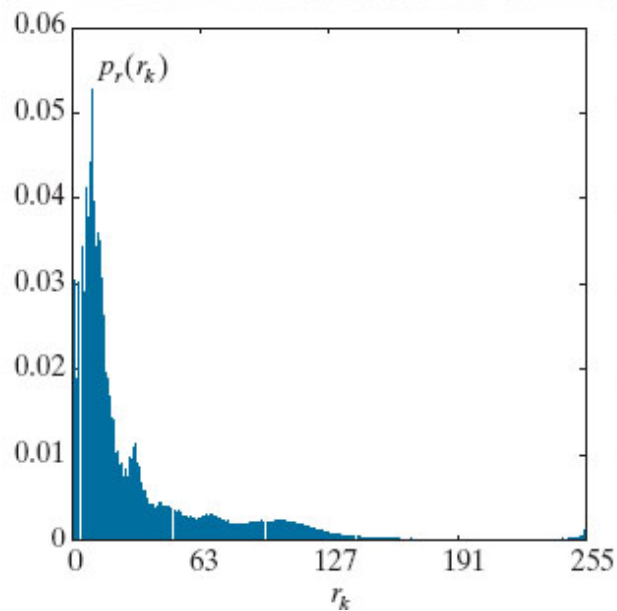
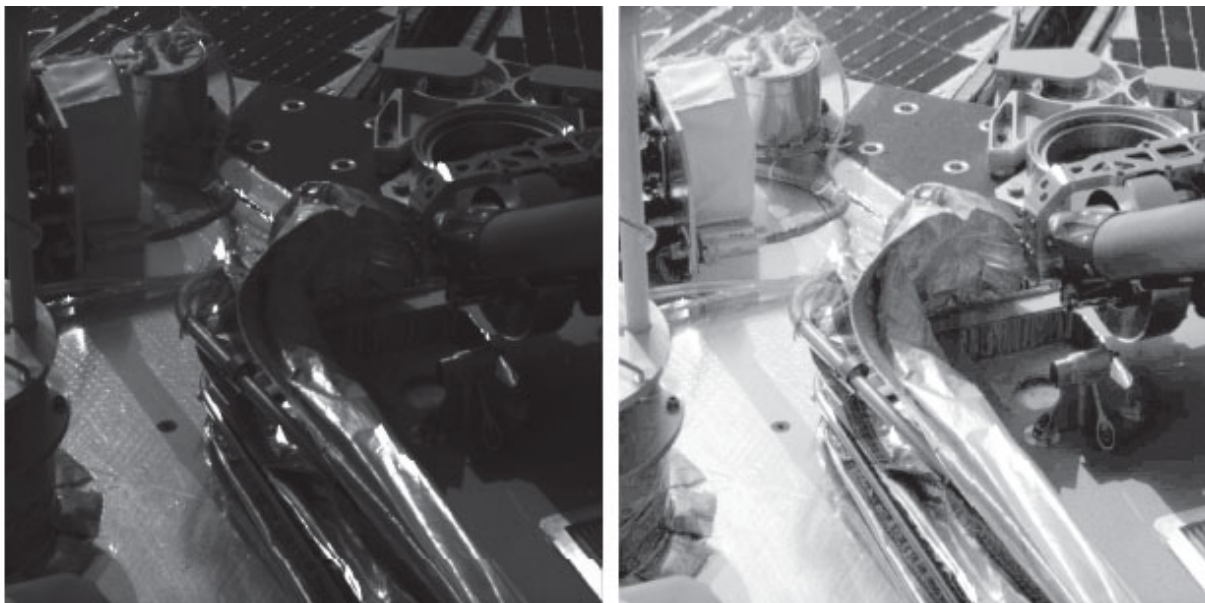
r_k	n_k	$p_r(r_k) = n_k / MN$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1$	1023	0.25
$r_2 = 2$	850	0.21
$r_3 = 3$	656	0.16
$r_4 = 4$	329	0.08
$r_5 = 5$	245	0.06
$r_6 = 6$	122	0.03
$r_7 = 7$	81	0.02

Exemplo:

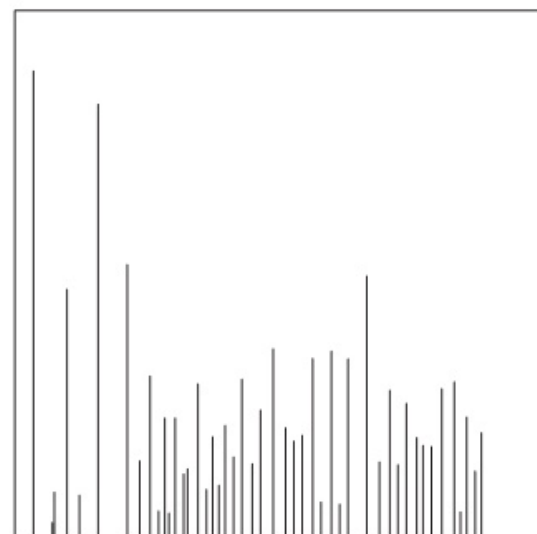
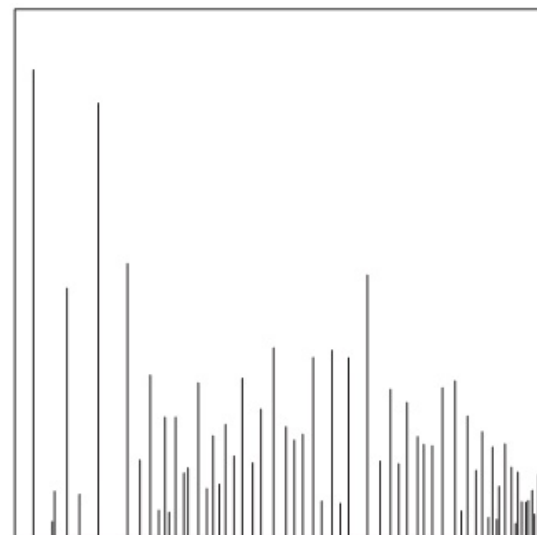
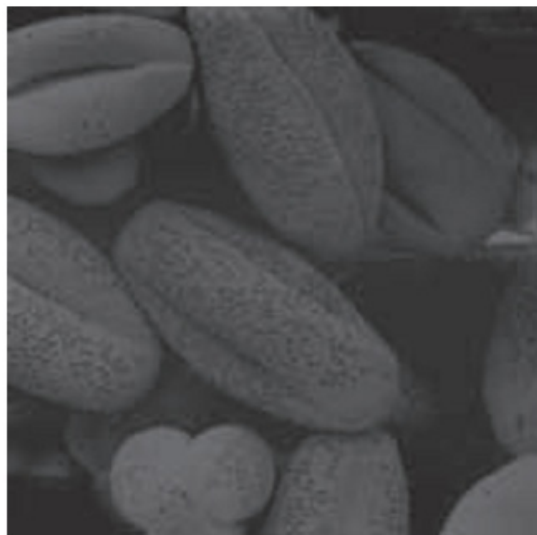
Histograma original, função de transformação e histograma equalizado



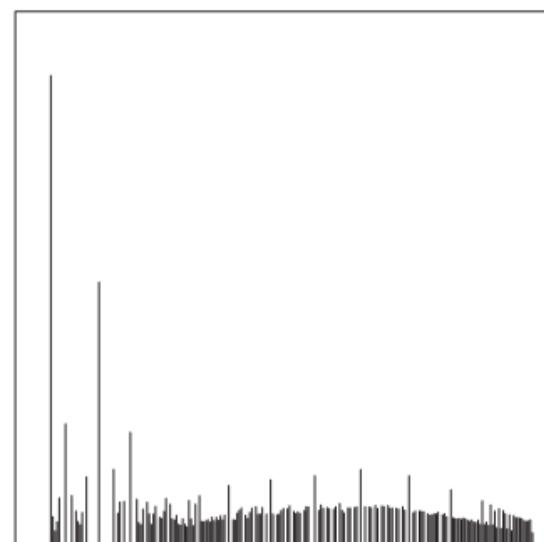
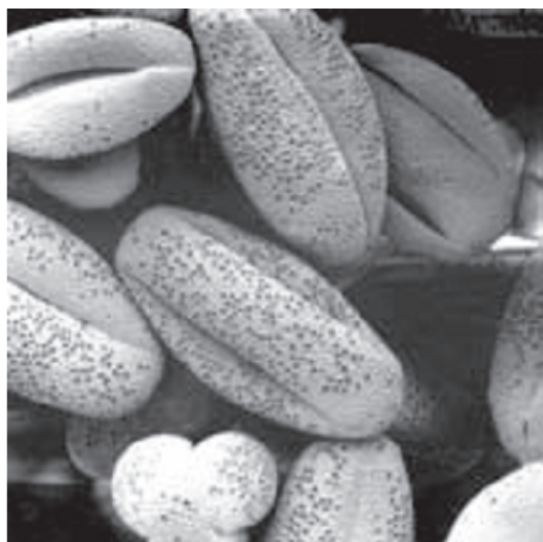
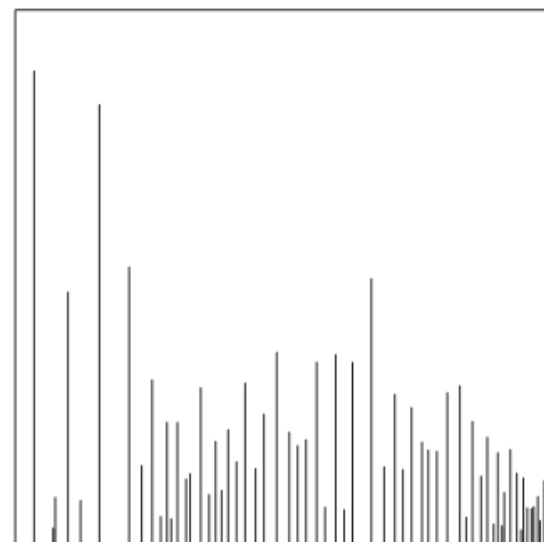
Equalização de Histograma



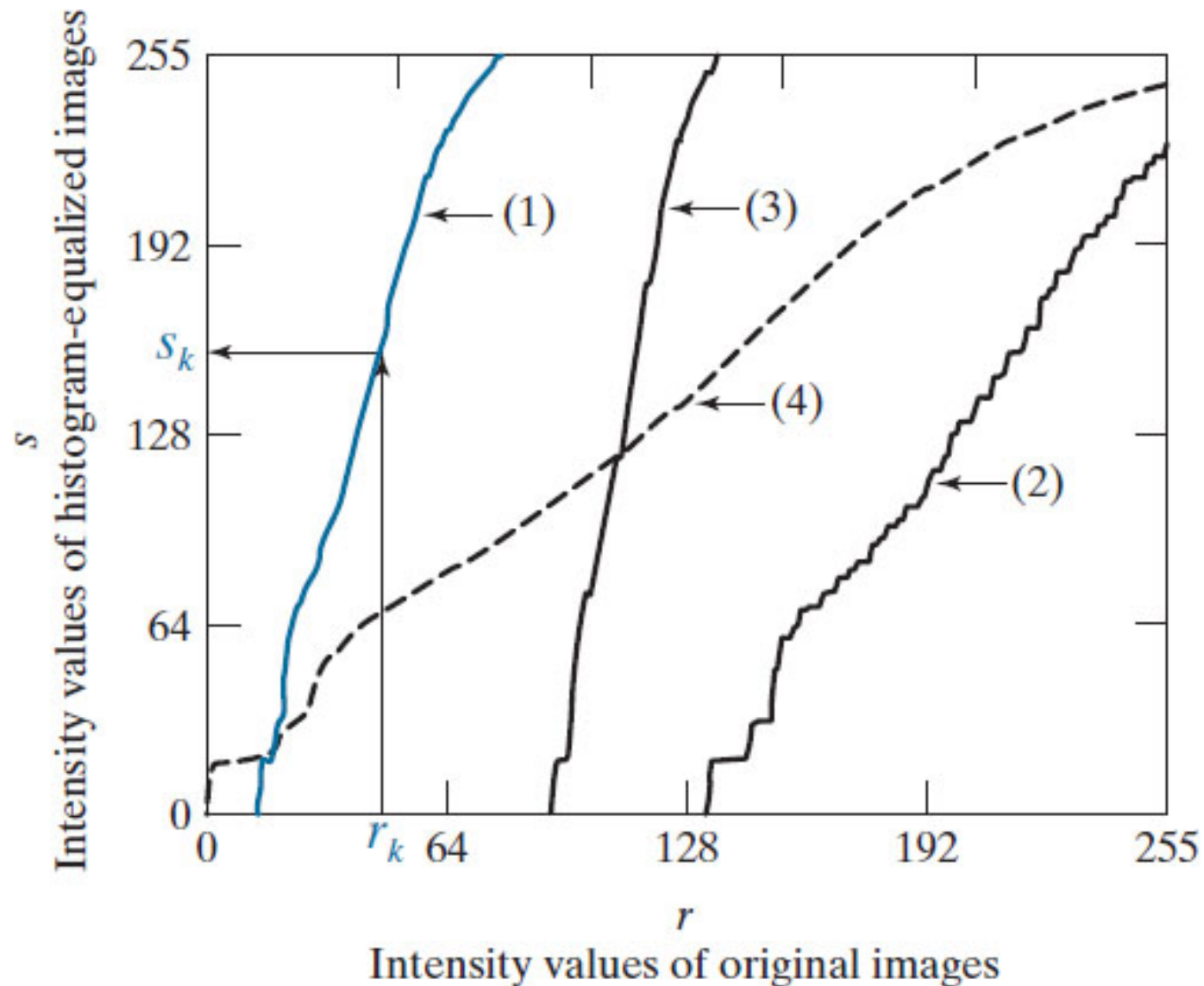
Equalização de Histograma



Equalização de Histograma



Equalização do histograma:



Equalização do histograma:

A equalização pode ser obtida fazendo:

$$q = \max \left\{ 0, \text{ARRED}.\left(\frac{\sum_{j=0}^k n_j}{I}\right) - 1 \right\} \quad 0 \leq k \leq g$$

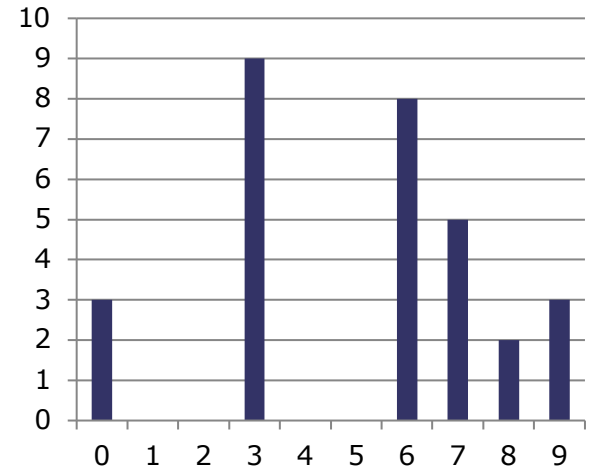
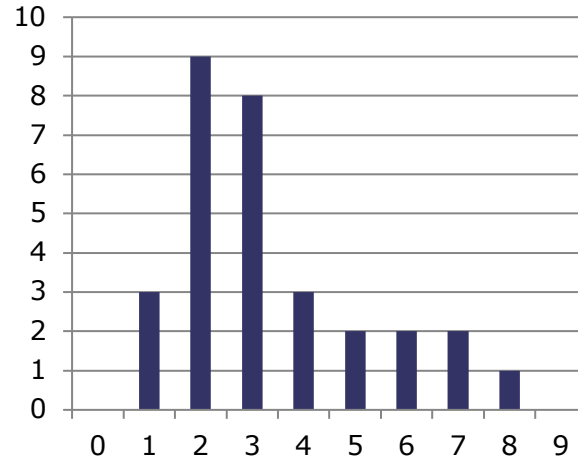
Onde: g = níveis de cinza da Imagem Original

q = níveis de cinza da Imagem Equalizada

$n \times m = 30$ pixels $\rightarrow g = 10$ níveis de cinza

$$I = 30/10 = 3$$

Exemplo:



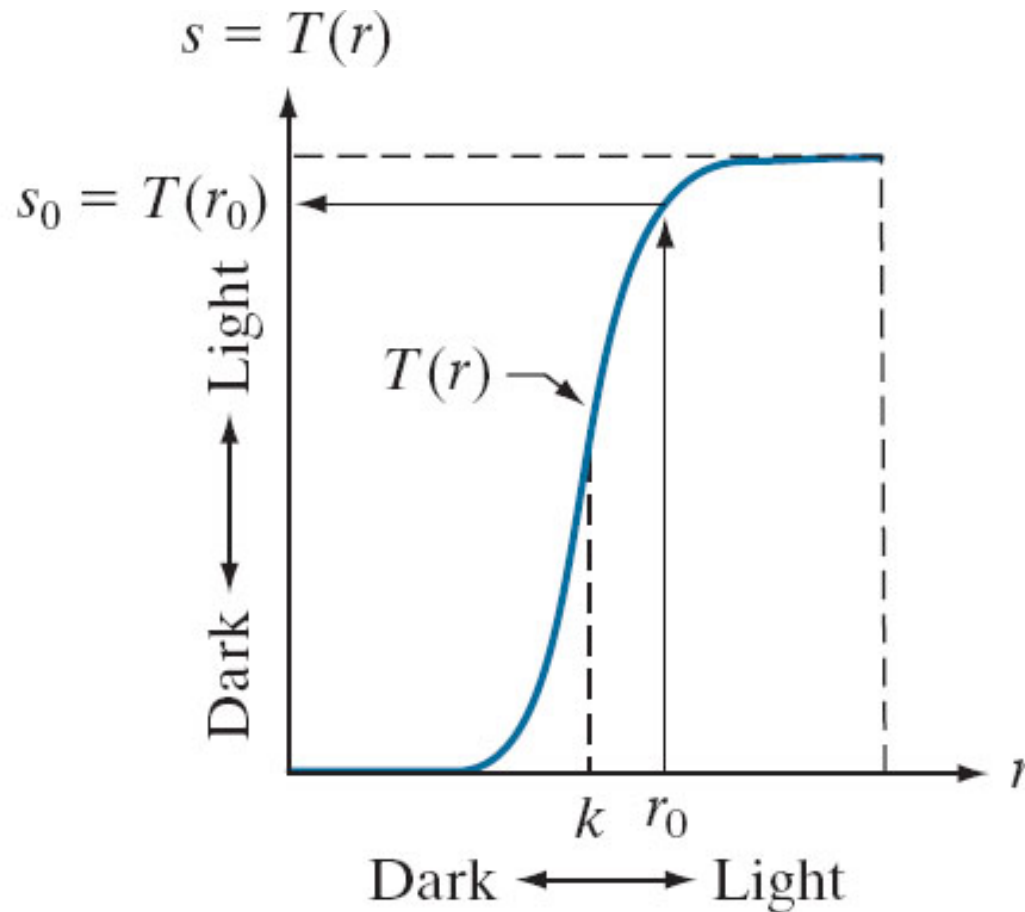
g	n	Σn	q
0	0	0	0
1	3	3	0
2	9	12	3
3	8	20	6
4	3	23	7
5	2	25	7
6	2	27	8
7	2	29	9
8	1	30	9
9	0	30	9

$\rightarrow (6,66) \uparrow 7$

$\rightarrow (7,33) \downarrow 7$

$$q = \max \left\{ 0, \text{ARRED} \left(\frac{\sum_{j=0}^k n_j}{I} \right) - 1 \right\} \quad 0 \leq k \leq g$$

Transformações de Intensidade Ponto a Ponto



1) Contraste e Brilho

Uma transformação de intensidade linear pode ser:

$$g(x, y) = c \cdot f(x, y) + b$$

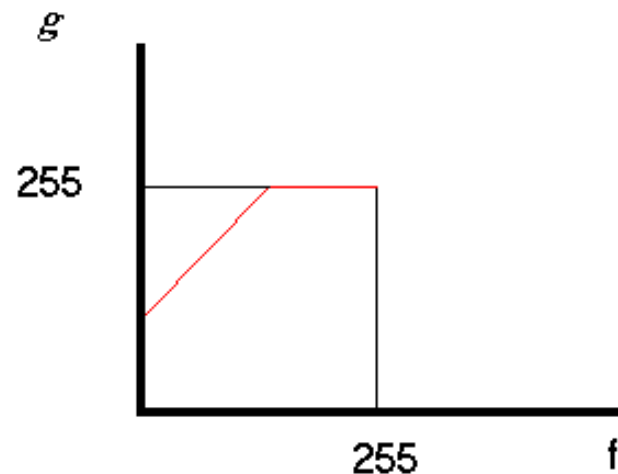
onde:

c (Contraste)

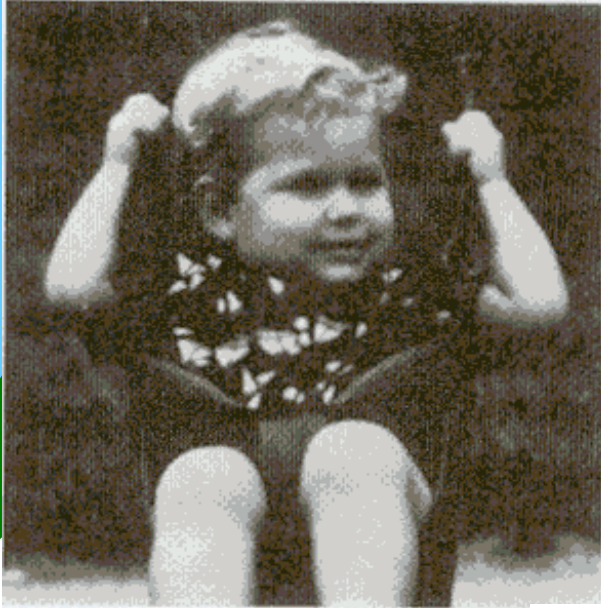
b (Brilho)

Exemplo:

$$g(x, y) = 2 \cdot f(x, y) + 32$$



2) Negativo



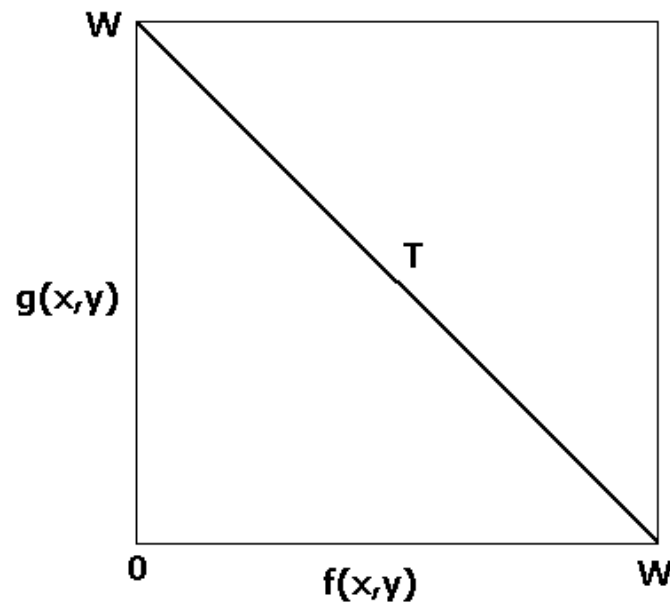
$$T[f(x,y)] = \\ g(x,y) = W - f(x,y)$$

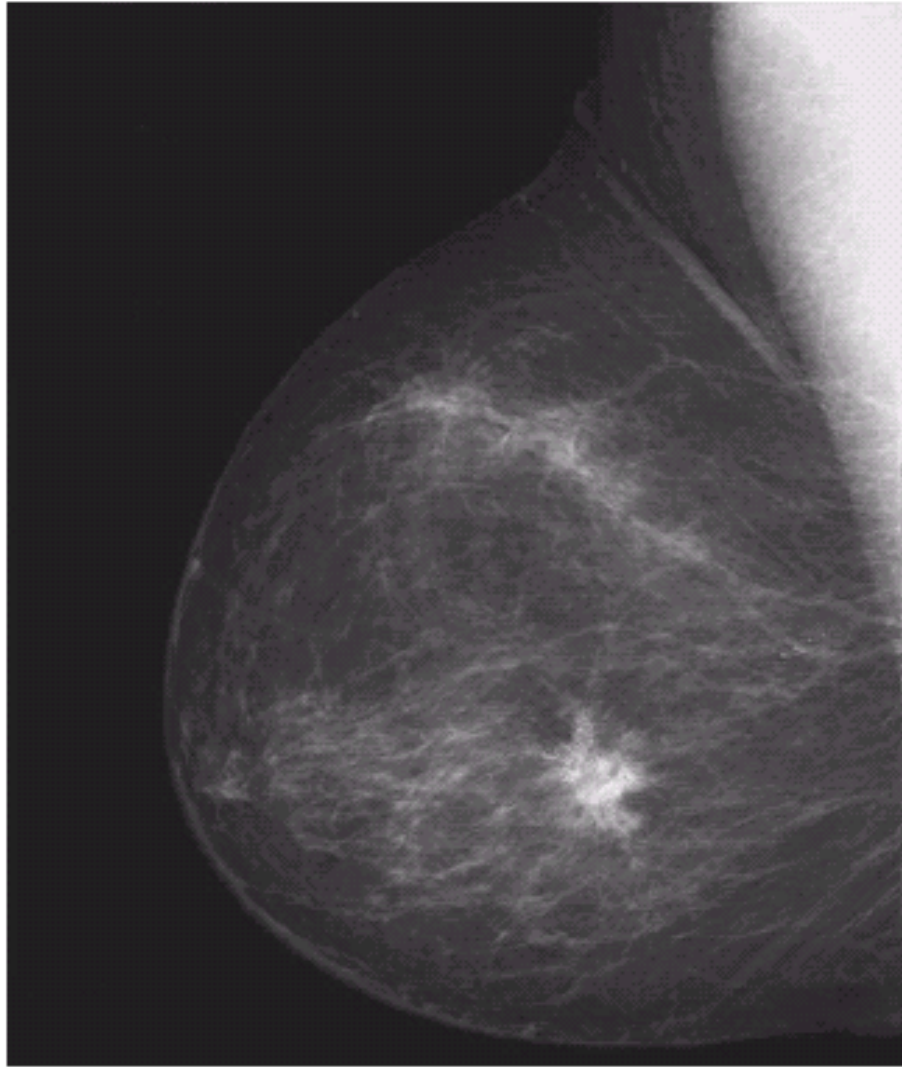
$$W = L-1$$



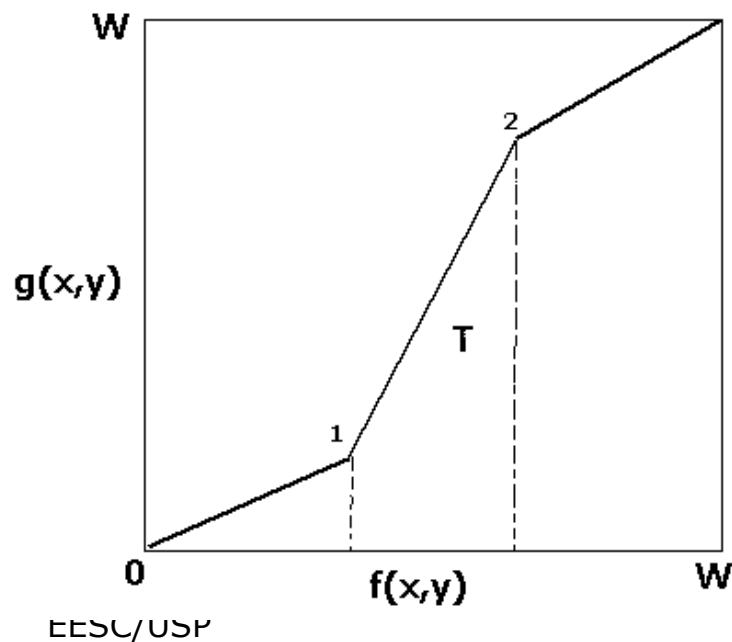
Imagem de Entrada

Imagem de Saída





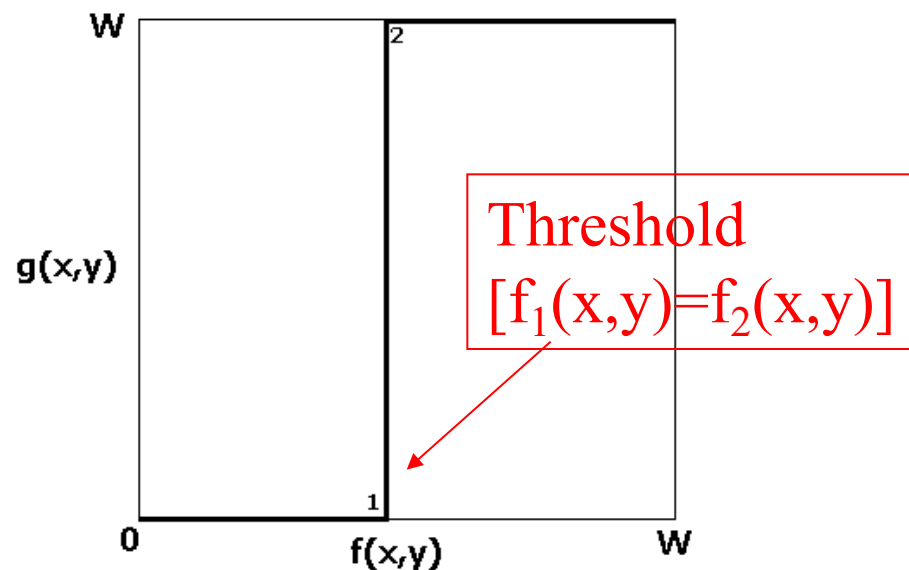
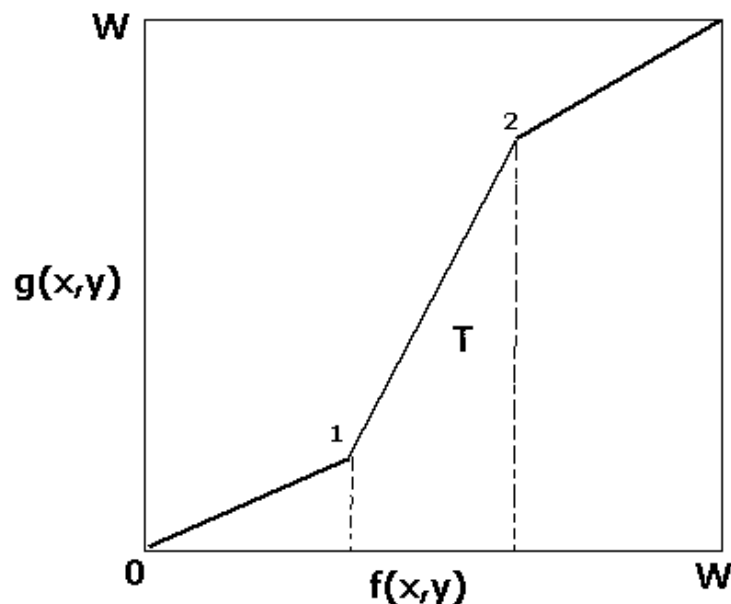
3) Contraste Seletivo



$$g(x,y) = \begin{cases} k_1 \cdot f(x,y) \Rightarrow 0 \leq f(x,y) < f_1(x,y) \\ k_2 \cdot f(x,y) \Rightarrow f_1(x,y) \leq f(x,y) \leq f_2(x,y) \\ k_3 \cdot f(x,y) \Rightarrow f_2(x,y) < f(x,y) \leq W \end{cases}$$

4) Binarização (“Thresholding”)

“Thresholding” \Rightarrow Limiarização (Transforma a Imagem em uma Imagem Binária (2 níveis de cinza))



Fazendo:

$$k_1 = 0$$

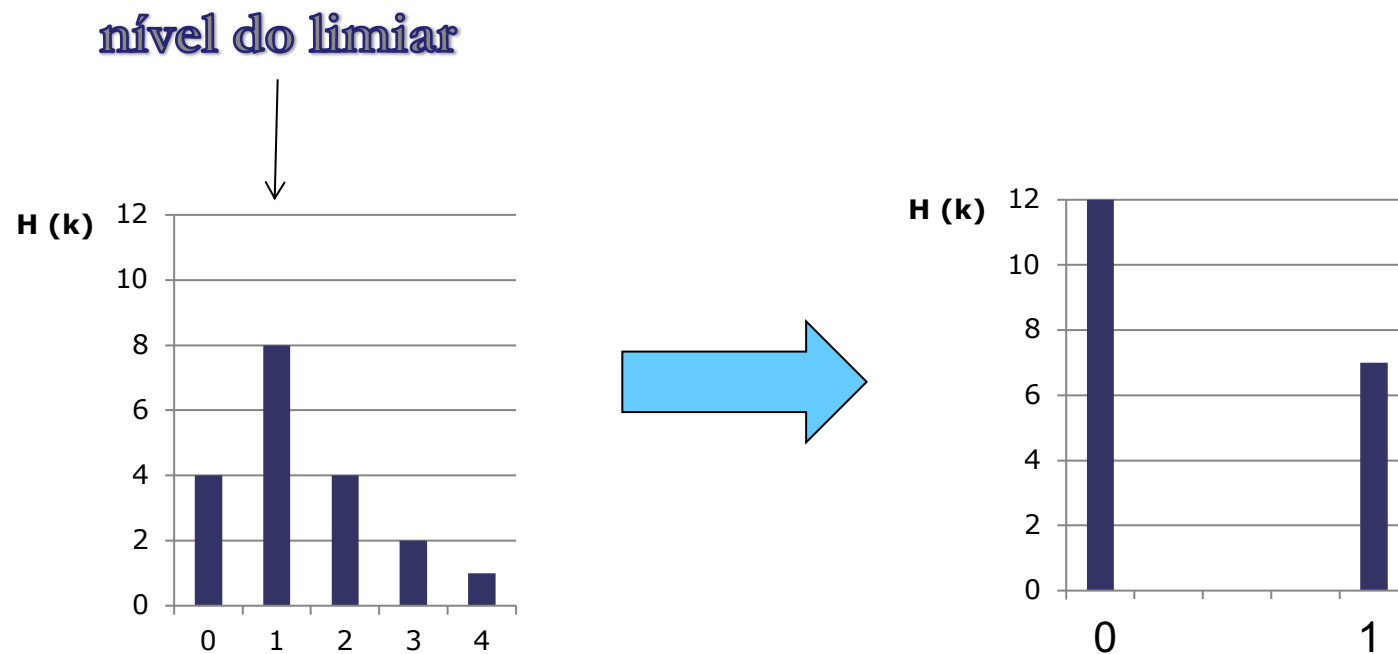
$$f_1(x,y) = f_2(x,y)$$

$$k_3 \cdot f(x,y) = W$$

$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & \Rightarrow 0 < f_1(x,y) \\ W & \Rightarrow f_1(x,y) \leq f(x,y) \leq W \end{cases}$$

4) Binarização (“Thresholding”)

- Determinação de um limiar abaixo do qual os pixels são transformados em zero, e acima são transformados no máximo de intensidade.

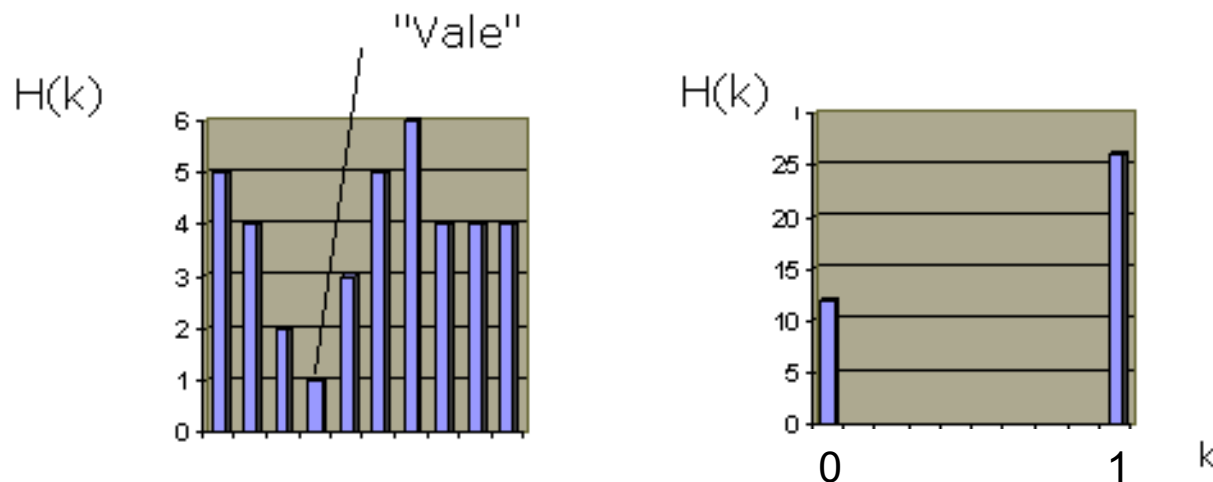


Determinação do Limiar:

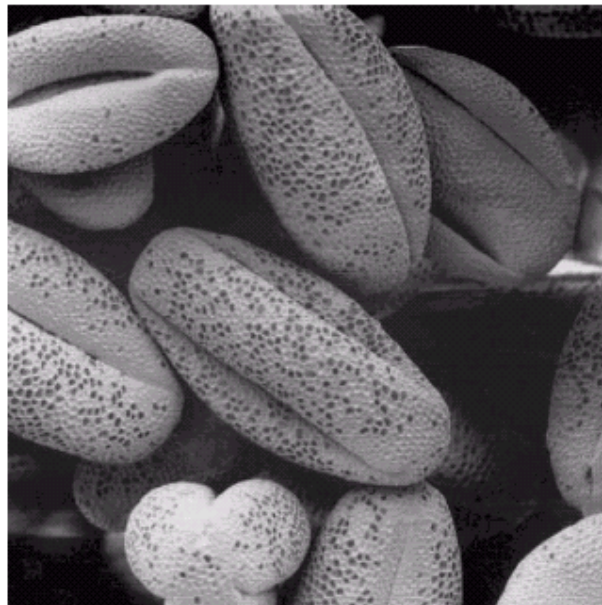
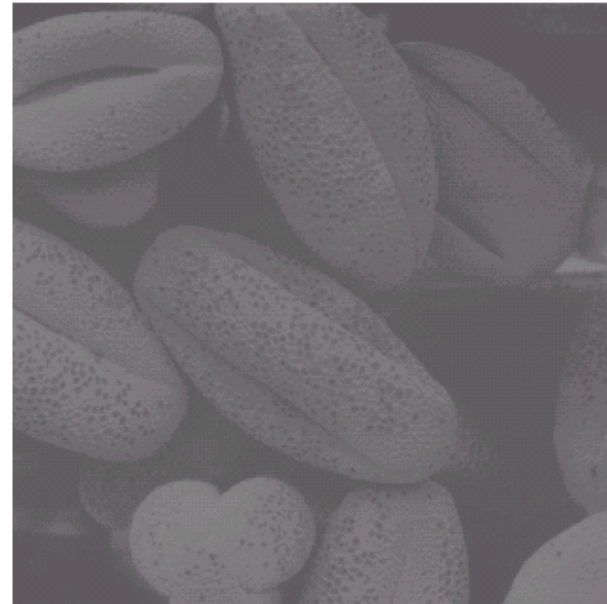
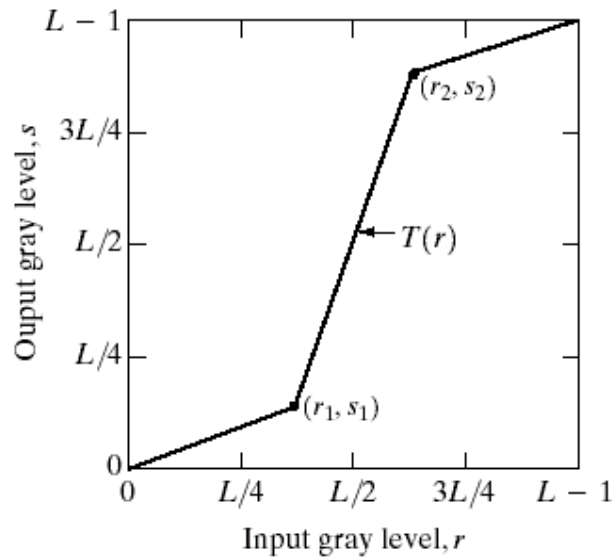
Uma das dificuldades da “limiarização” de uma imagem é a melhor determinação do valor de “thresholding”, ou seja, do ponto de separação dos pixels.

Método do vale:

Através da análise do histograma estabelecer T (valor de “Threshold”) na região de “vale” mais próxima ao meio de escala dos níveis de cinza.



Contraste Seletivo e (“Thresholding”)



Transformações Não-Lineares

Uma transformação de intensidade não-linear pode ser:

Logarítmica:

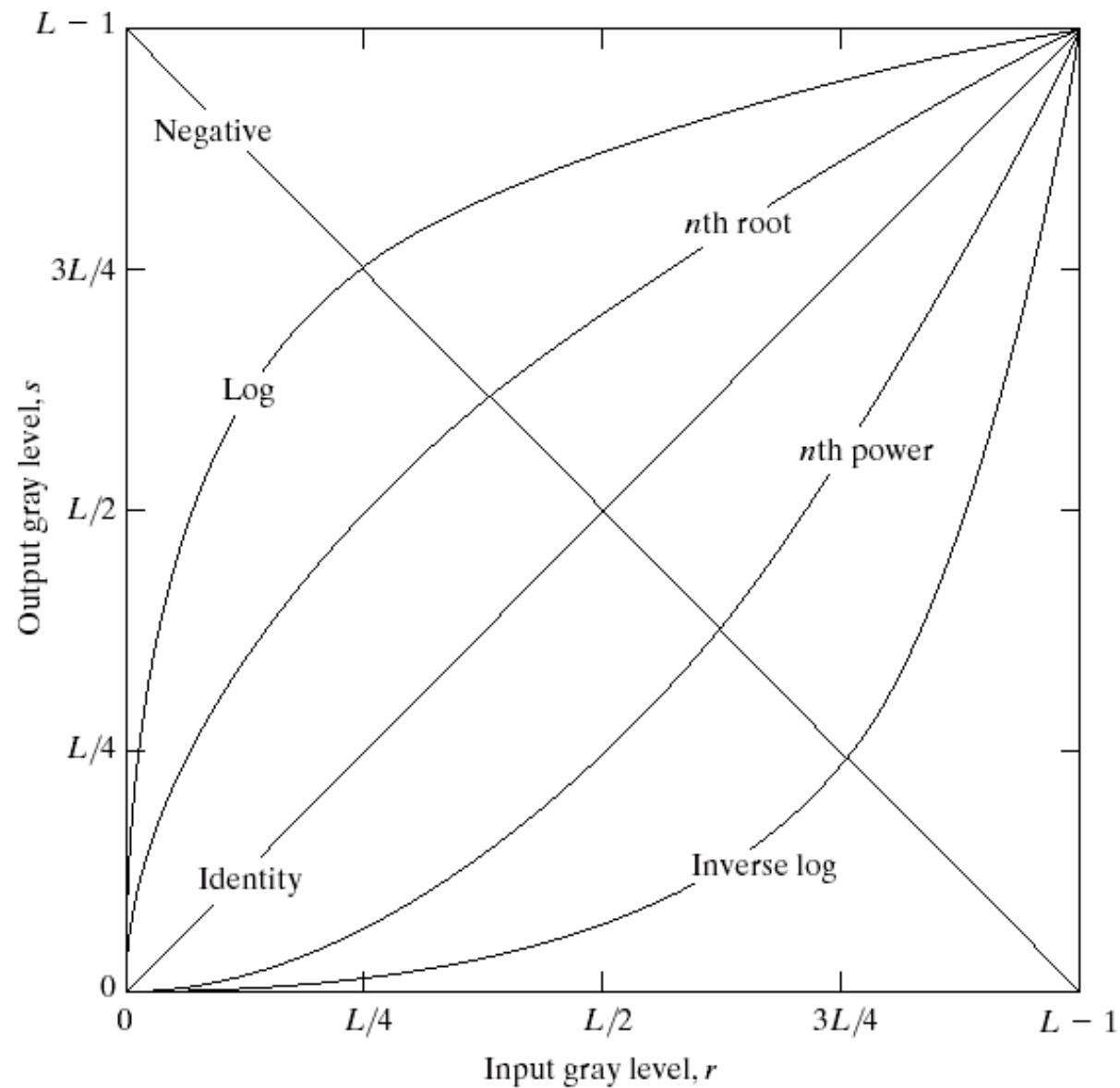
$$g(x, y) = C \cdot \log_{10}[f(x, y) + 1]$$

Potência:

$$g(x, y) = C \cdot f(x, y)^\gamma$$

onde: C = constante positiva para ajuste de contraste

Transformações Não-Lineares

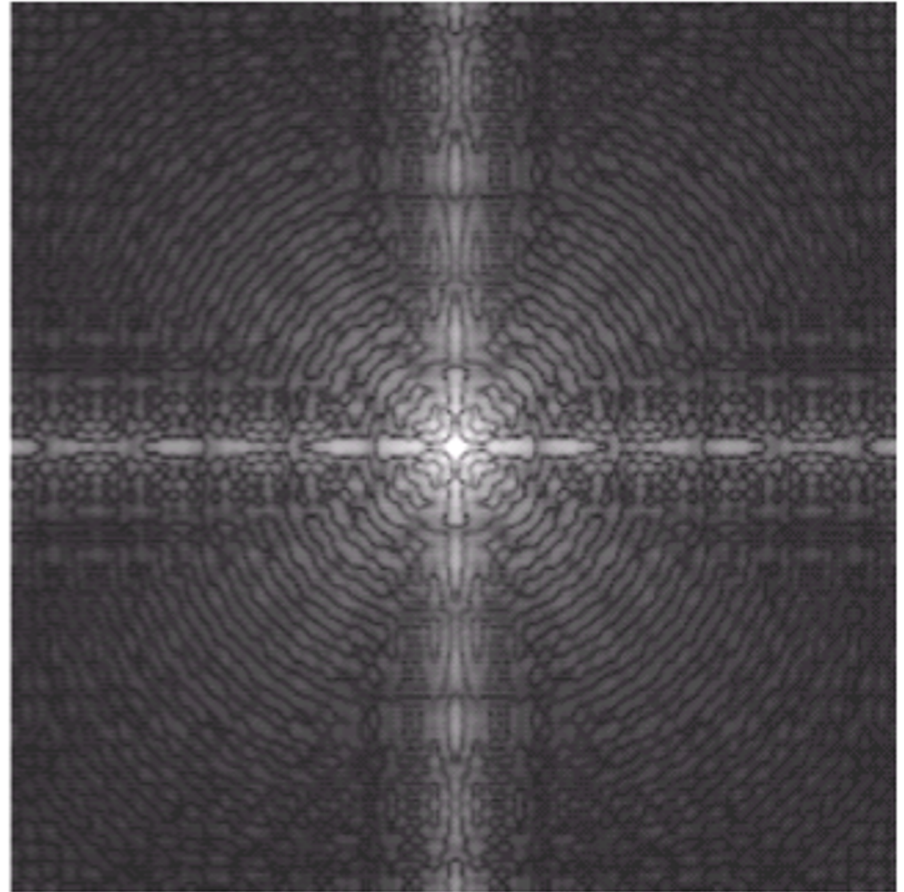
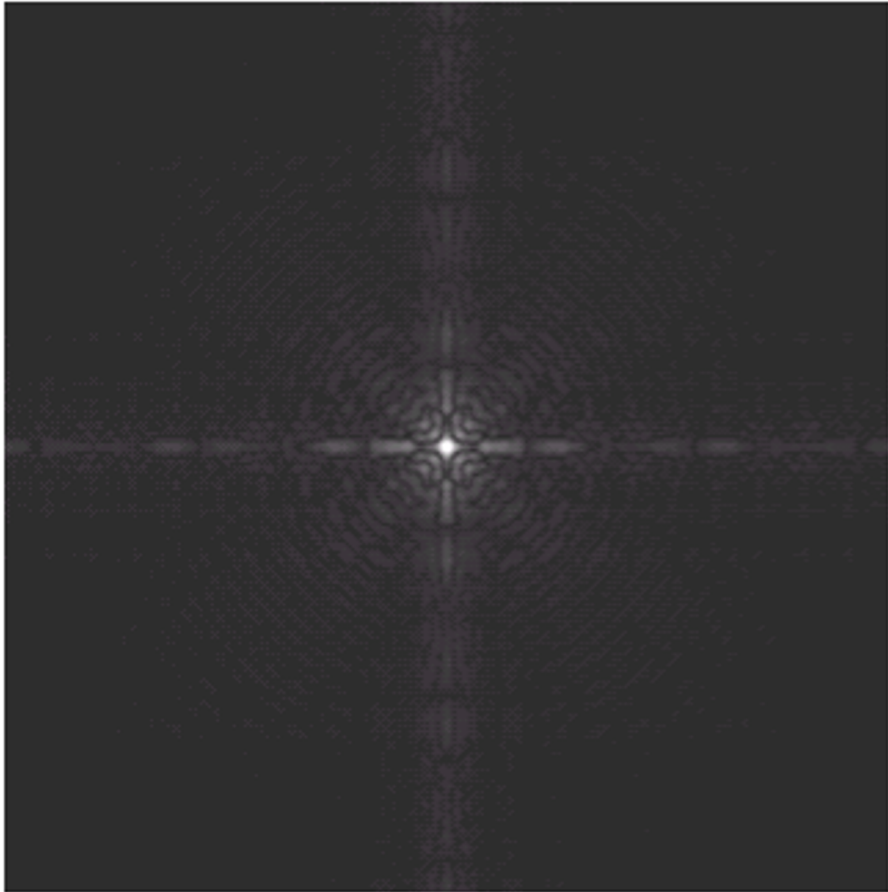


Transformação Log

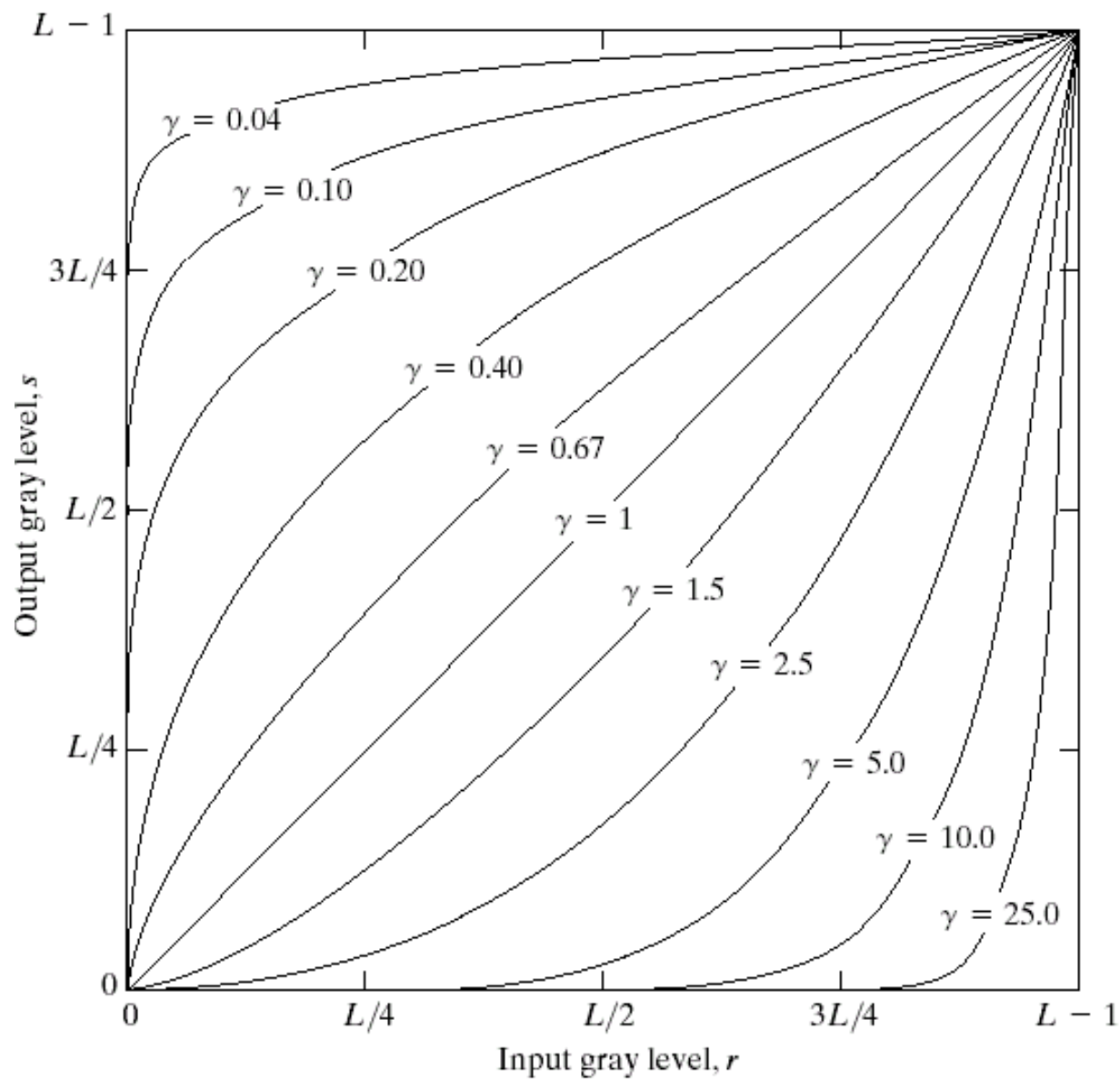
Exemplo: $g = 32 \cdot \log(f+1)$



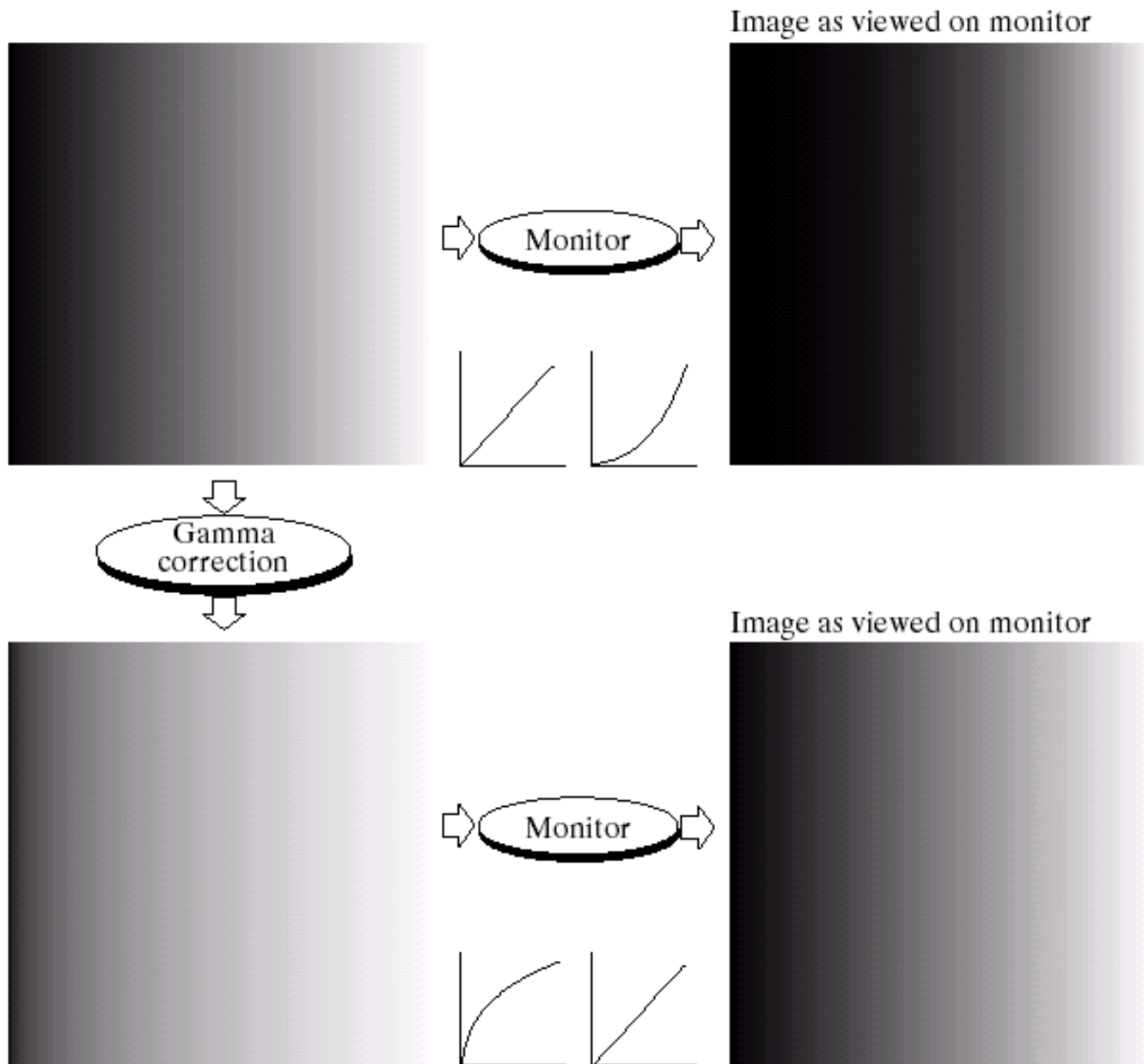
Transformação Log



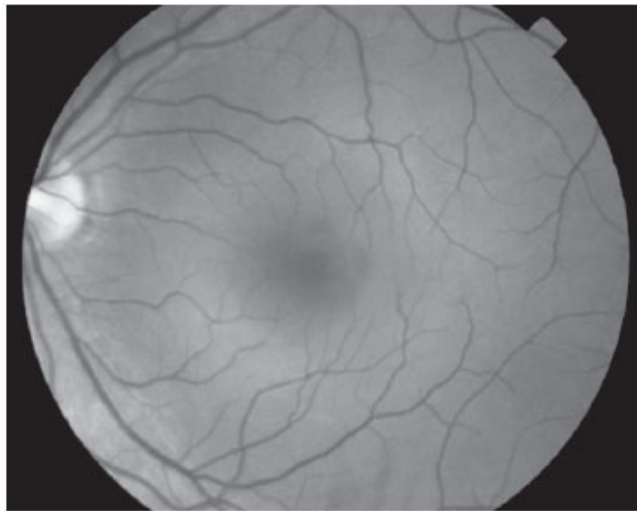
Potência - Correção Gamma



Correção Gamma



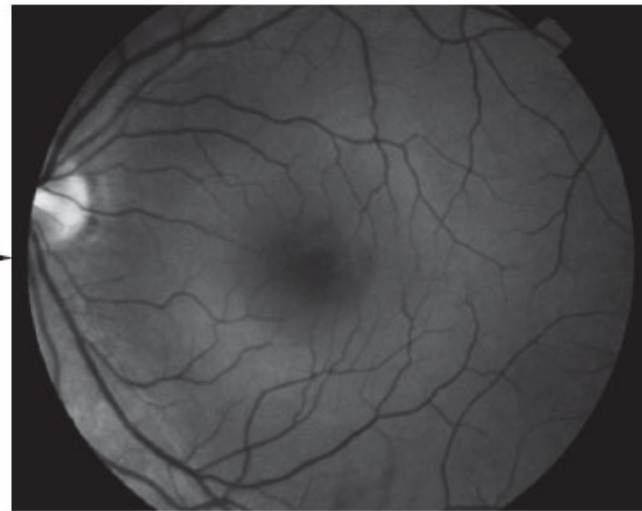
Correção Gamma



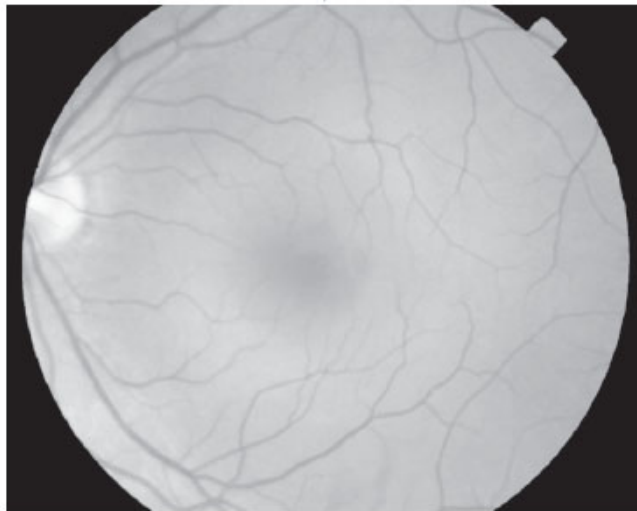
Original image



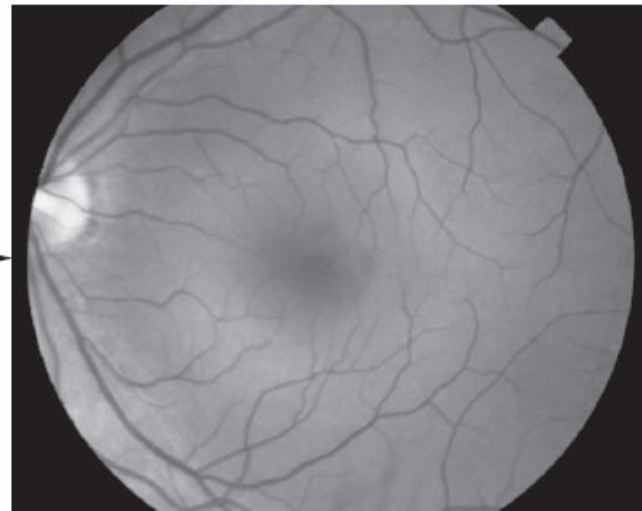
Gamma Correction



Original image as viewed on a monitor with a gamma of 2.5

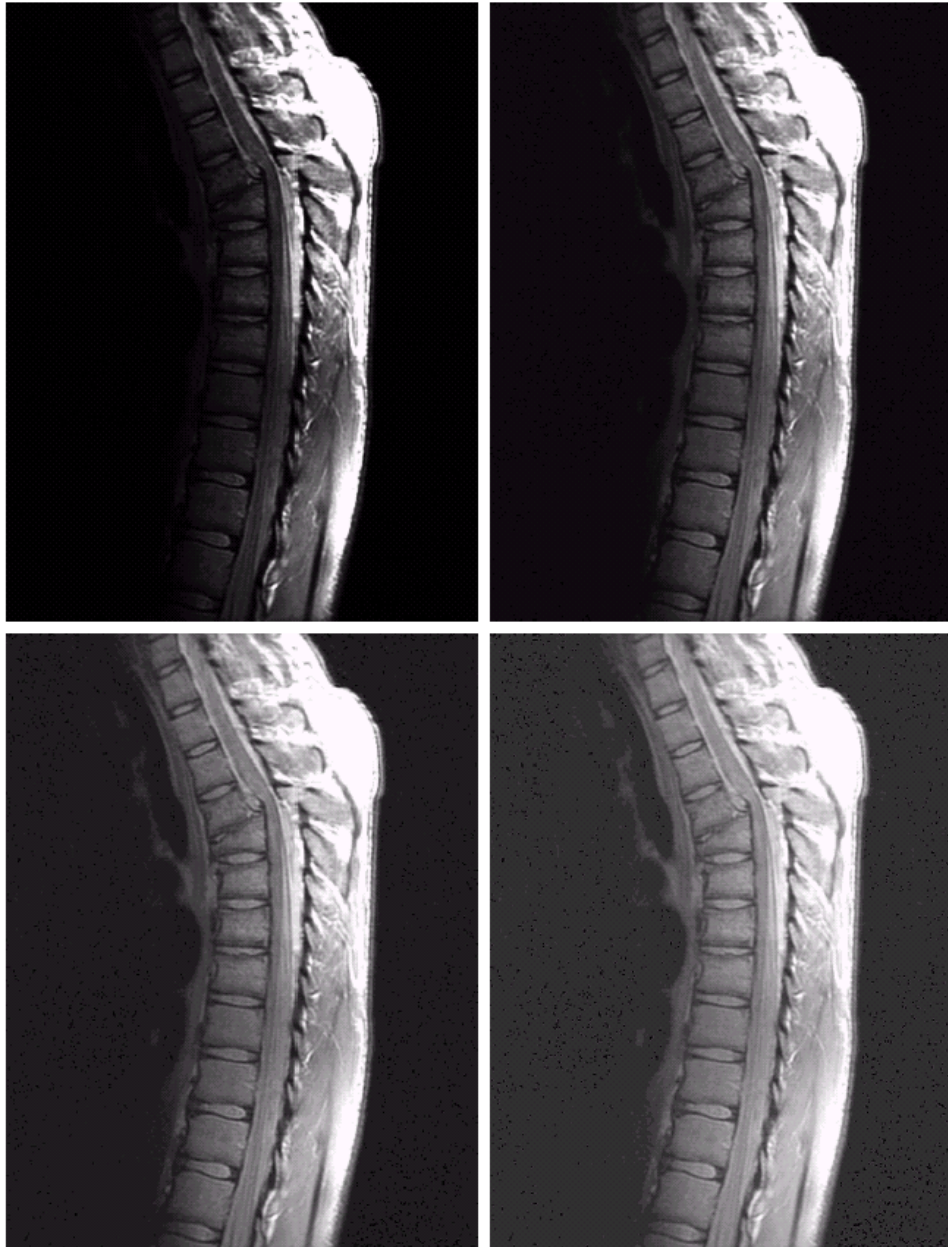


Gamma-corrected image



Gamma-corrected image as viewed on the same monitor

Correção Gamma



a	b
c	d

FIGURE 3.8

(a) Magnetic resonance (MR) image of a fractured human spine. (b)–(d) Results of applying the transformation in Eq. (3.2-3) with $c = 1$ and $\gamma = 0.6, 0.4,$ and 0.3 , respectively. (Original image for this example courtesy of Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

Correção Gamma

a	b
c	d

FIGURE 3.9

(a) Aerial image.
(b)–(d) Results of applying the transformation in Eq. (3.2-3) with $c = 1$ and $\gamma = 3.0, 4.0,$ and 5.0 , respectively. (Original image for this example courtesy of NASA.)





FIM DA PARTE 1