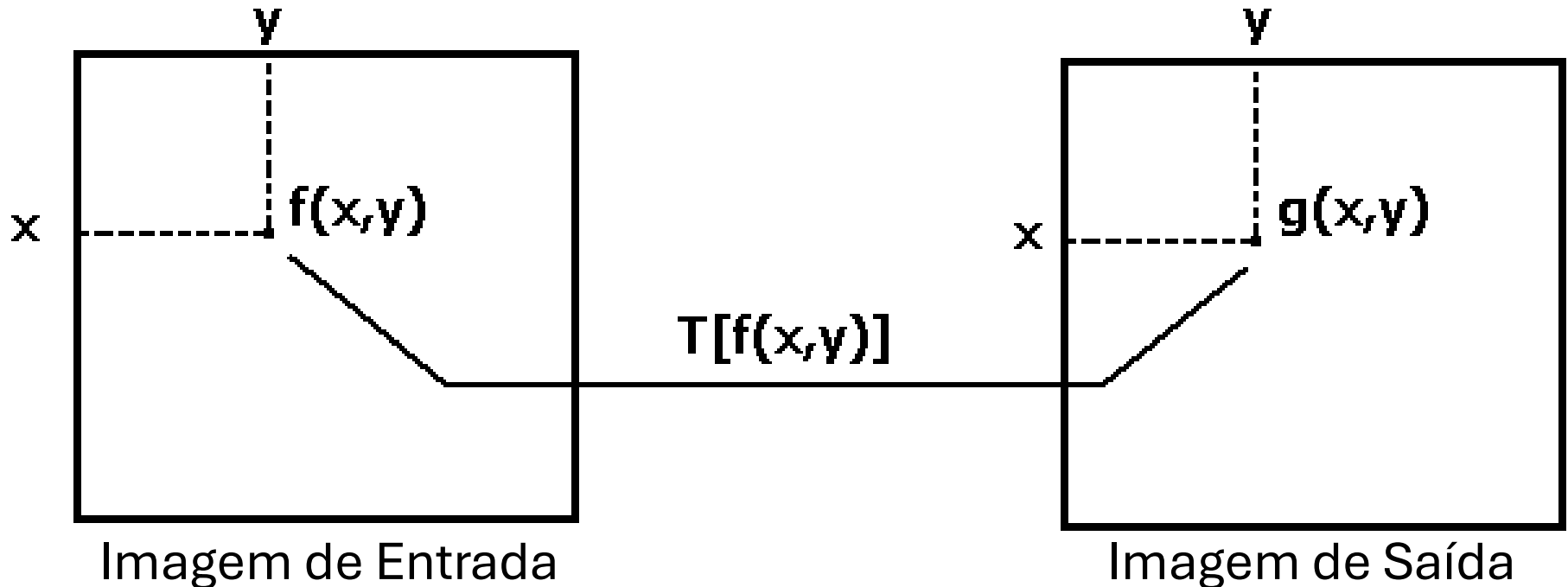


Operações Ponto a Ponto

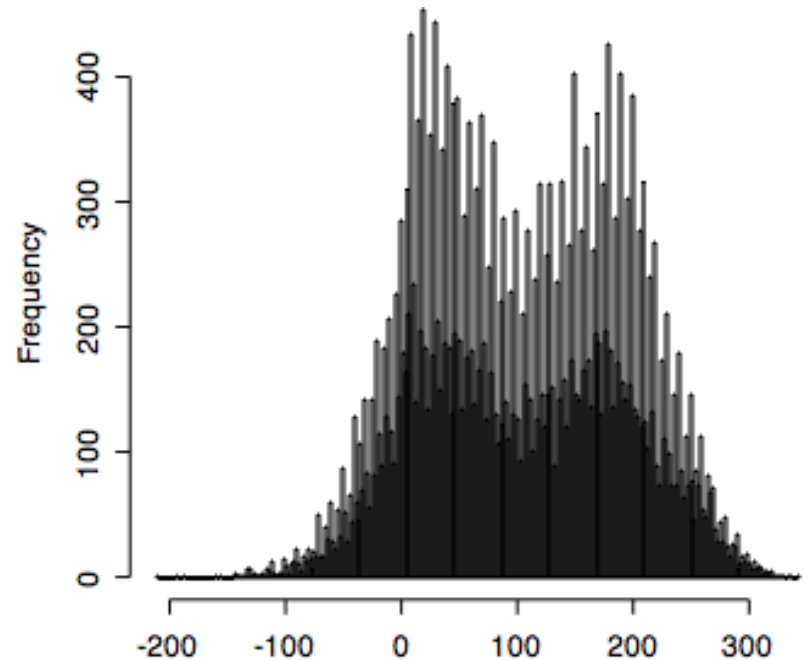
- Transformação nos níveis de cinza;
- Cada ponto na imagem de entrada gera um só ponto na imagem de saída;



$T[f(x,y)]$: operação sobre cada pixel da imagem de entrada

Histogramas

- Histograma: representação gráfica de uma função $H(k)$ que representa o número de ocorrências de uma determinada grandeza;
- No caso de uma imagem em tons de cinza, $H(k)$ representa o número de ocorrências de cada nível de cinza na imagem.



$0 \leq k \leq L - 1$, L : número de níveis de cinza da imagem

Histogramas (normalização)

- A normalização é feita no intervalo $[0,1]$ quando se divide $H(k)$ pelo número $n = N \times M$ de pixels da imagem.
- Neste caso, o histograma representa a distribuição de probabilidade dos valores dos pixels.

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

$$0 \leq r_k \leq 1$$

$k = 0, 1, \dots, L - 1$; L : 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;

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

$$n = 128 \times 128 = 16384 \text{ pixels}$$

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

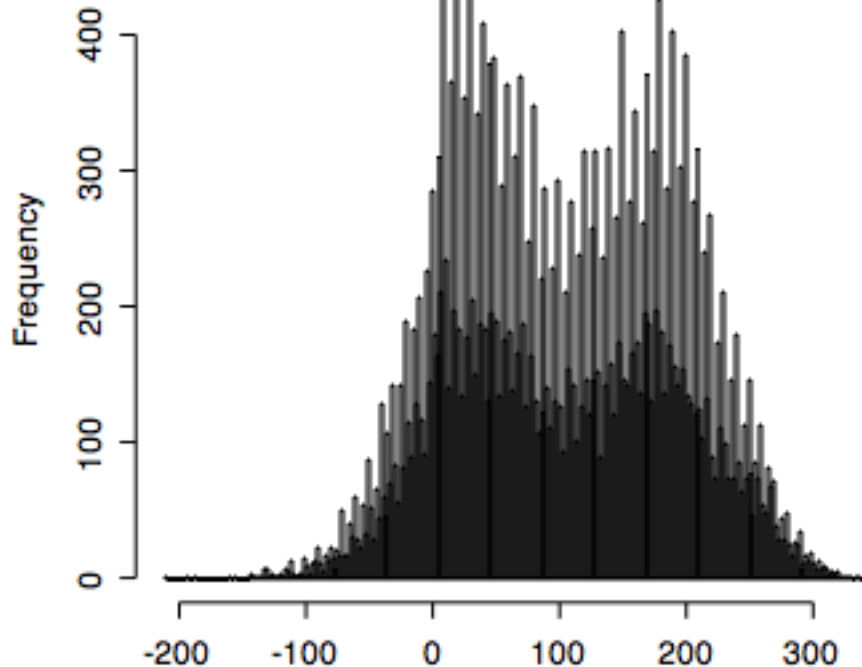
$$0 \leq r_k \leq 1$$

$$P_r(0) = \frac{1120}{16384} = 0,068$$

$$P_r(3) = \frac{3425}{16384} = 0,209$$

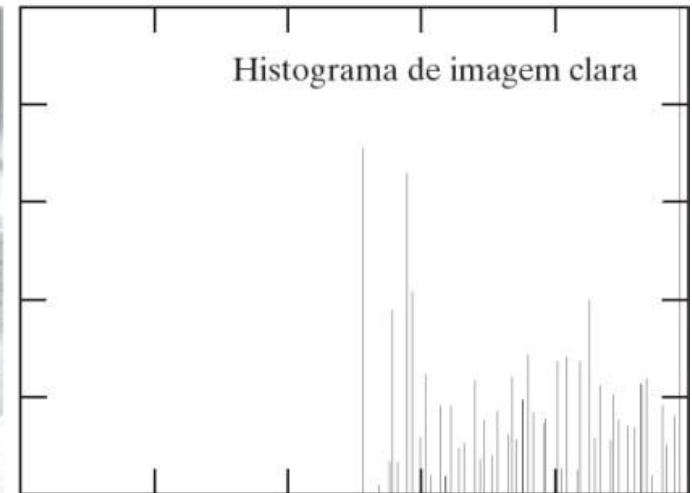
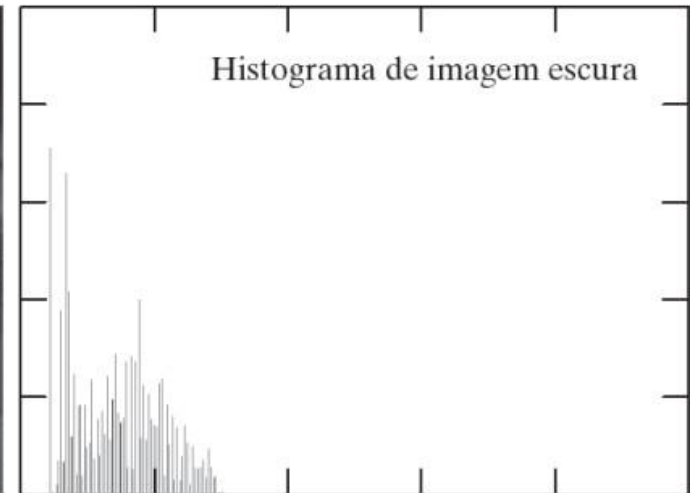
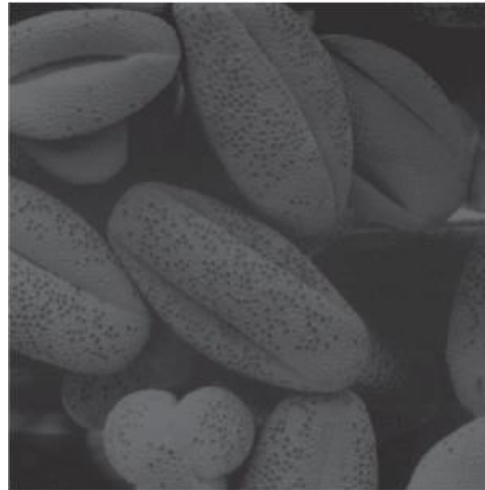
Nível de Cinza (r_k)	n_k	$P_r(r_k)=n_k/n$
0	1120	0,068
1	3214	0,196
2	4850	0,296
3	3425	0,209
4	1995	0,122
5	784	0,048
6	541	0,033
7	455	0,028

Histogramas (características)

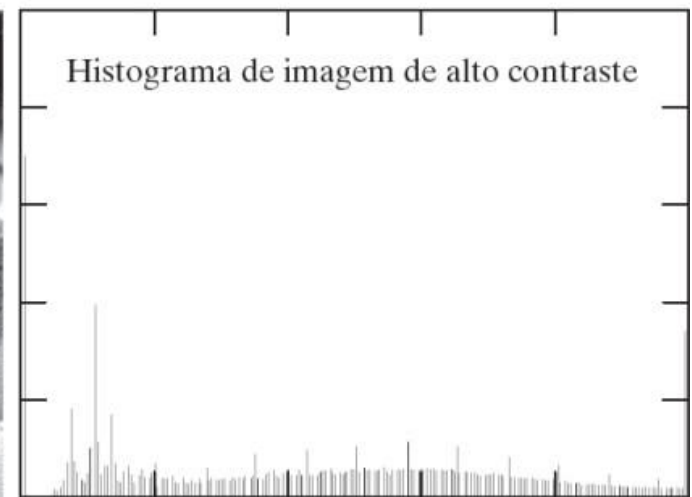


- Um histograma é uma função de distribuição de probabilidades;
- $\sum P_r(rk) = 1$;
- O histograma não traz informação posicional sobre os pixels da imagem;

Exemplos de Histogramas

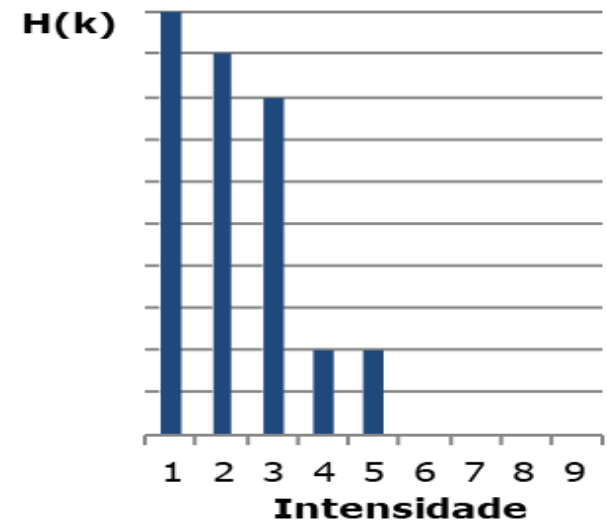


Exemplos de Histogramas

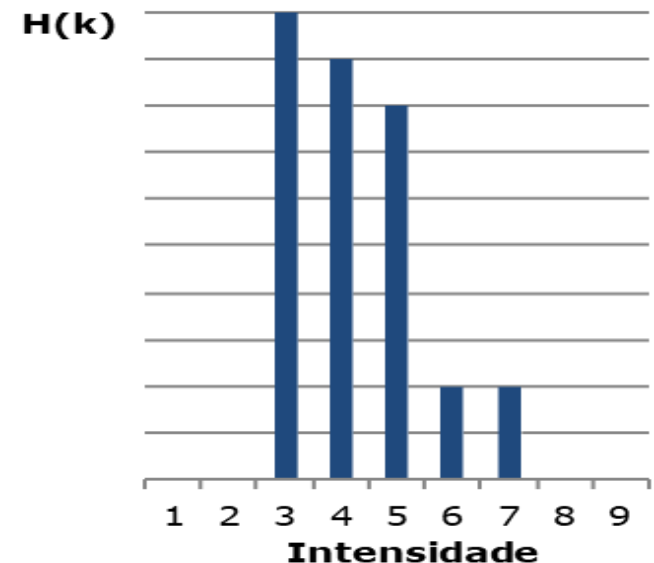


Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Alterações globais no brilho
 - Clarear ou escurecer uma imagem;
 - Somar ou subtrair uma constante em todos os pixels da imagem;
 - 0: Preto; Max: Branco

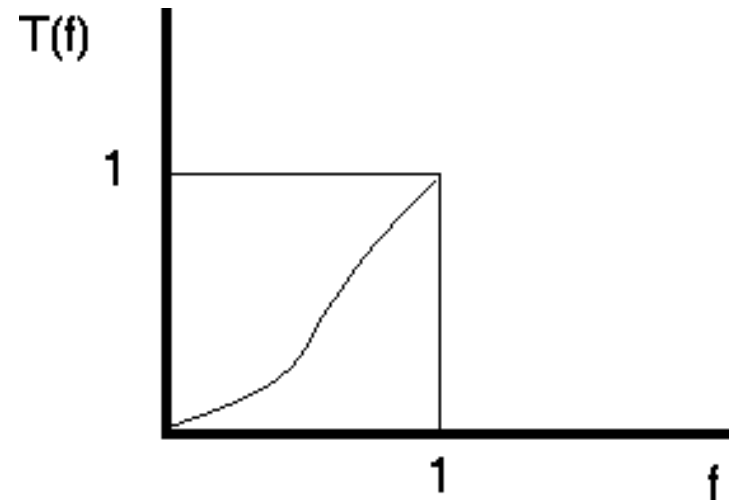


+2



Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Alterações no contraste e no brilho



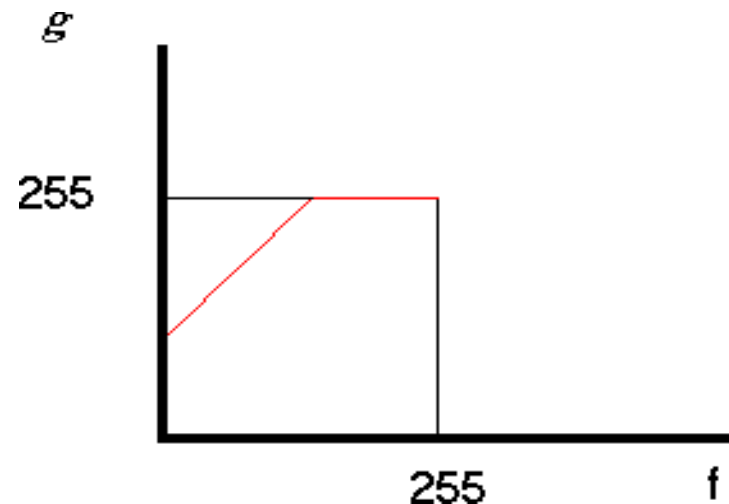
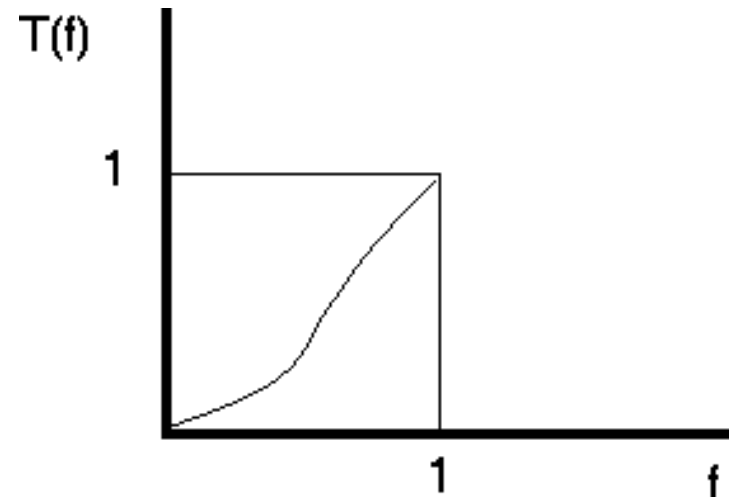
Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Alterações no contraste e no brilho

- Lineares

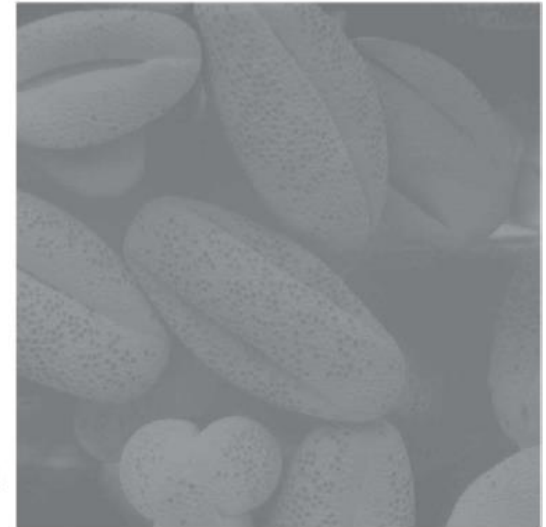
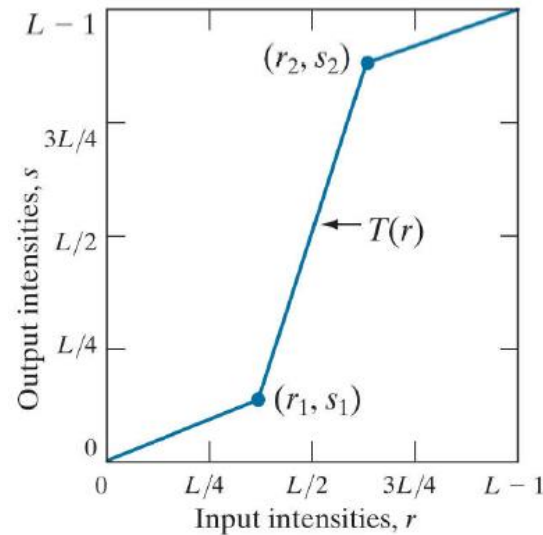
- $g = c * f + b$

onde c : contraste; b : brilho



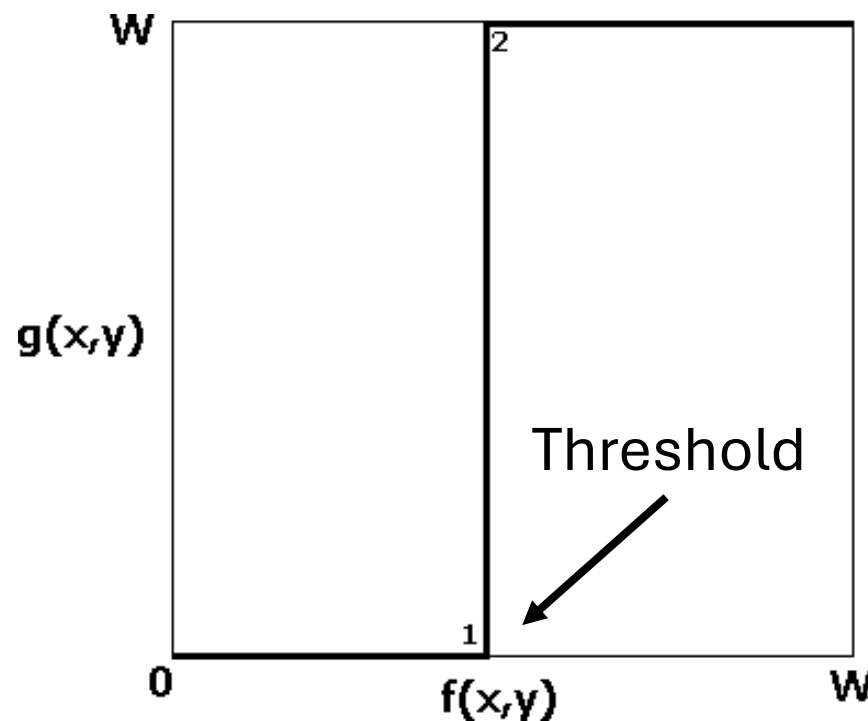
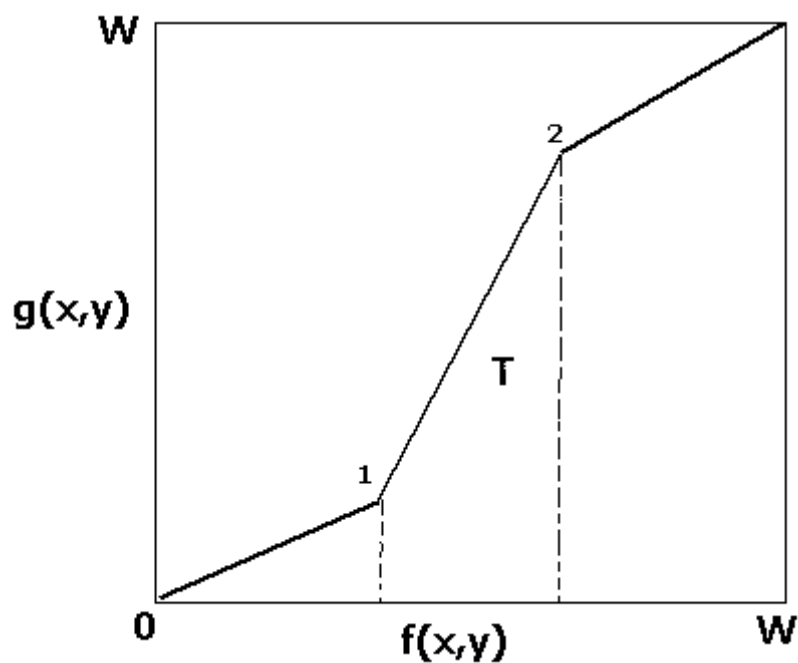
Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Aumento de contraste



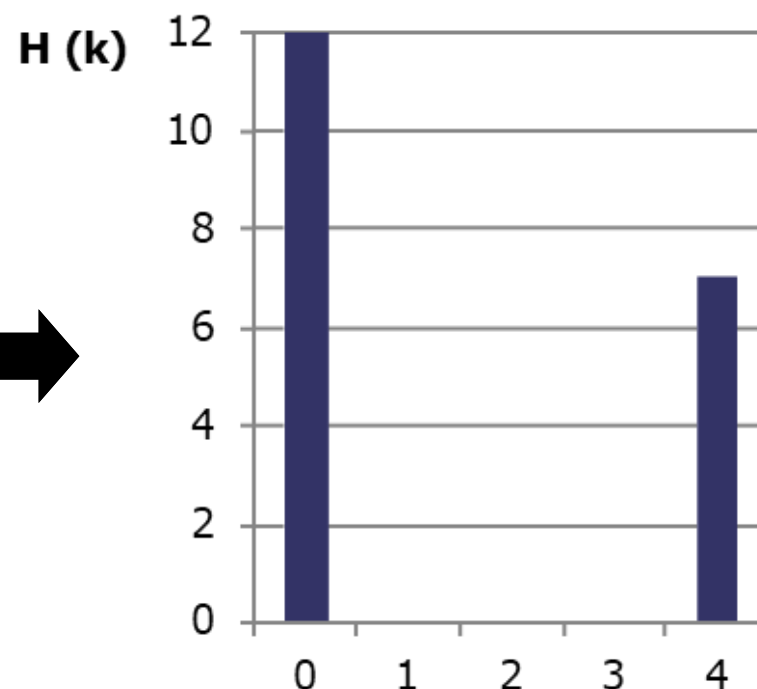
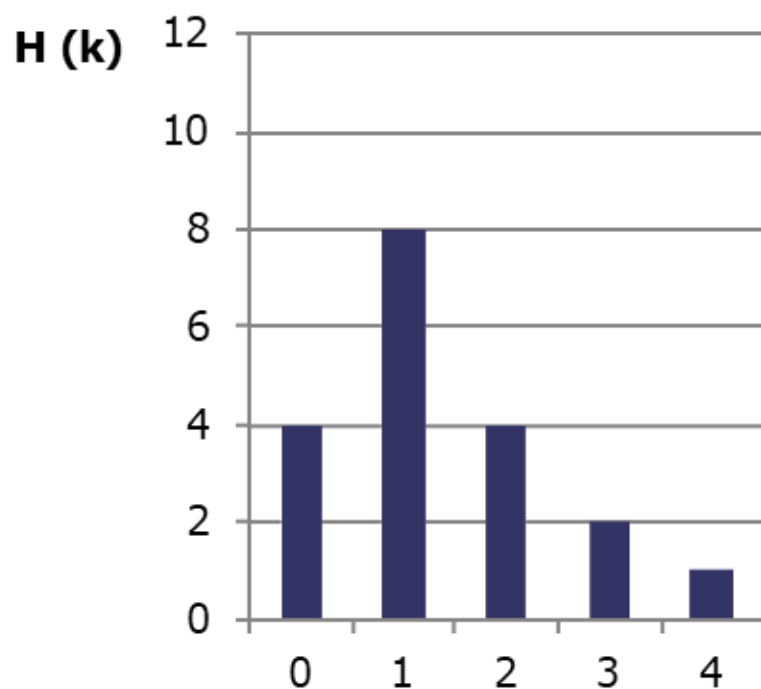
Binarização ("Thresholding")

"Thresholding": transforma a imagem em uma imagem binária (2 níveis de cinza)



Binarização ("Thresholding")

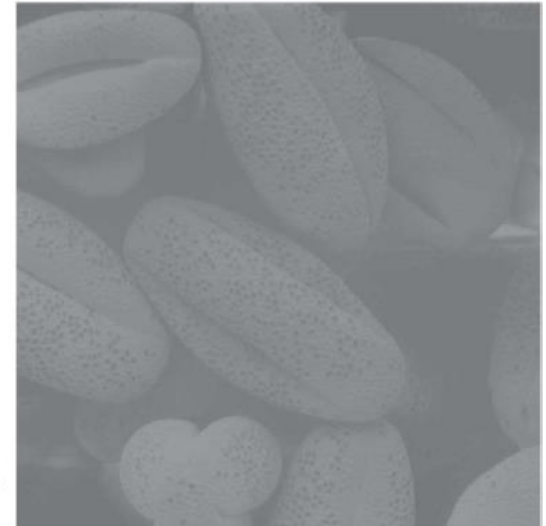
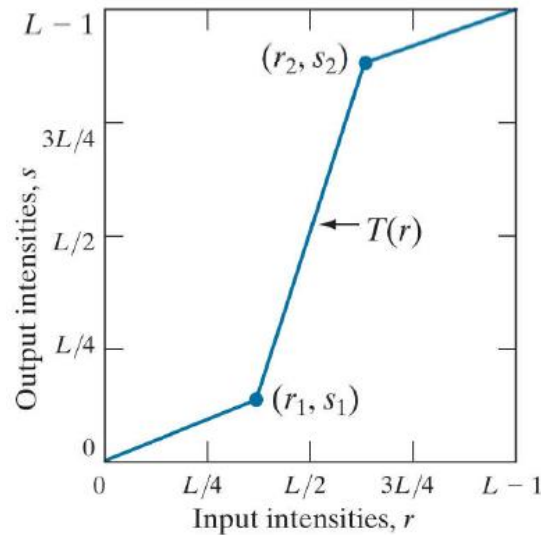
"Thresholding": transforma a imagem em uma imagem binária (2 níveis de cinza)



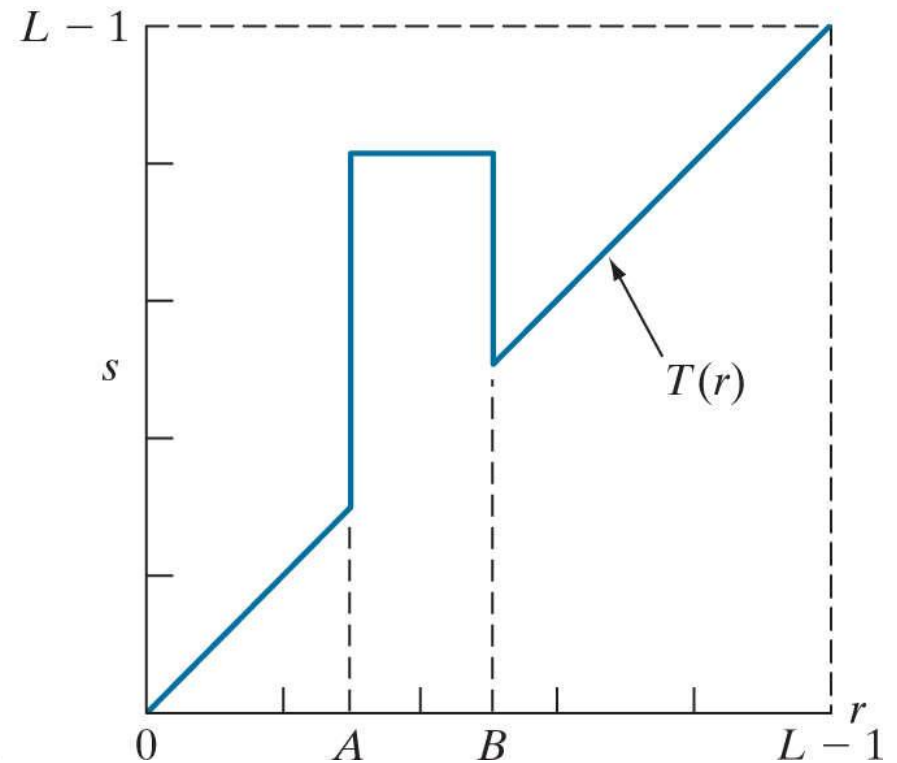
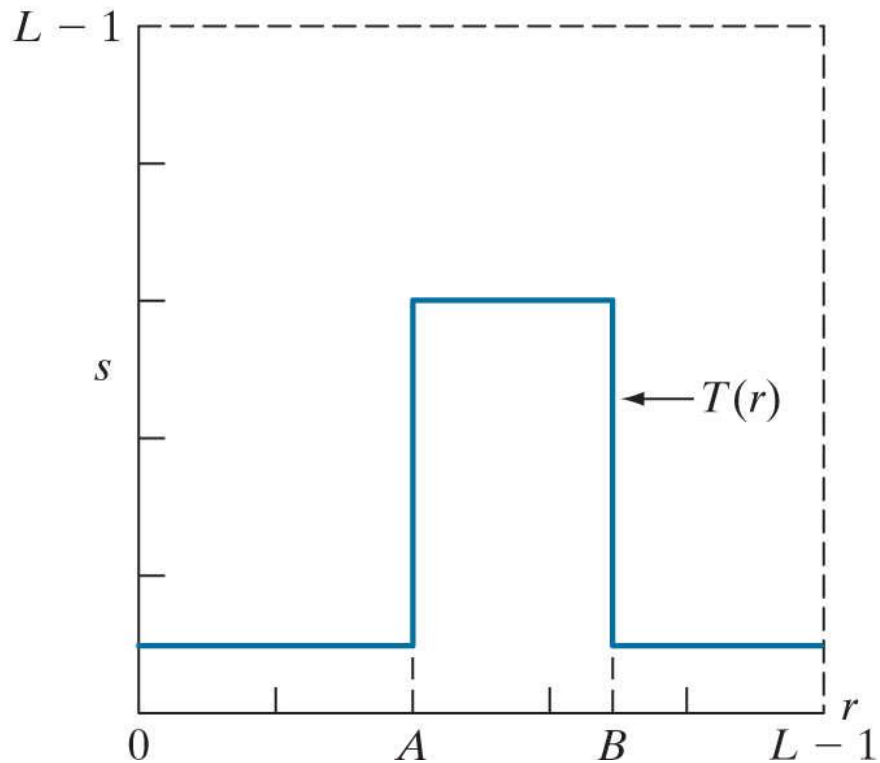
Desafio: determinar o valor de corte

Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Aumento de contraste e binarização



Priorização de níveis específicos

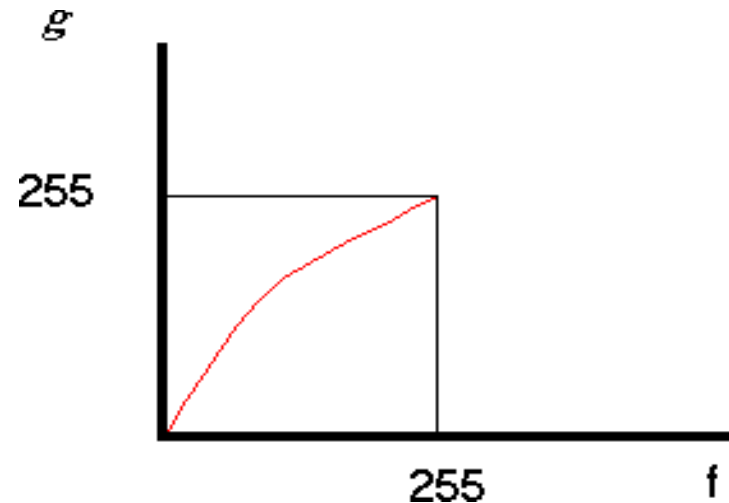
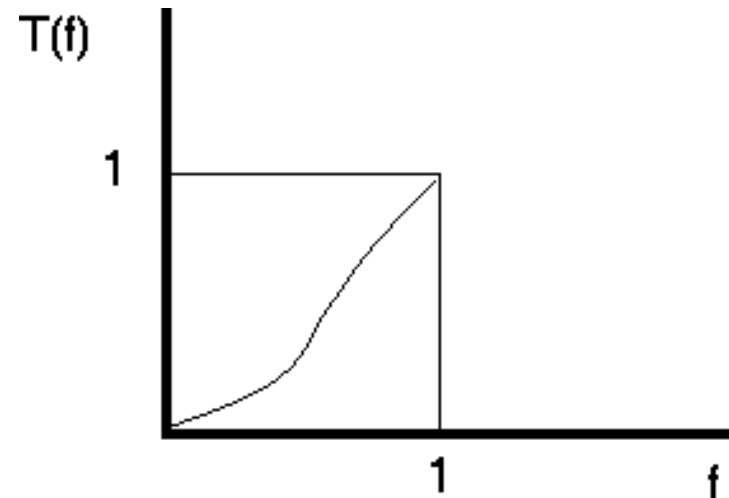


Priorização de níveis específicos



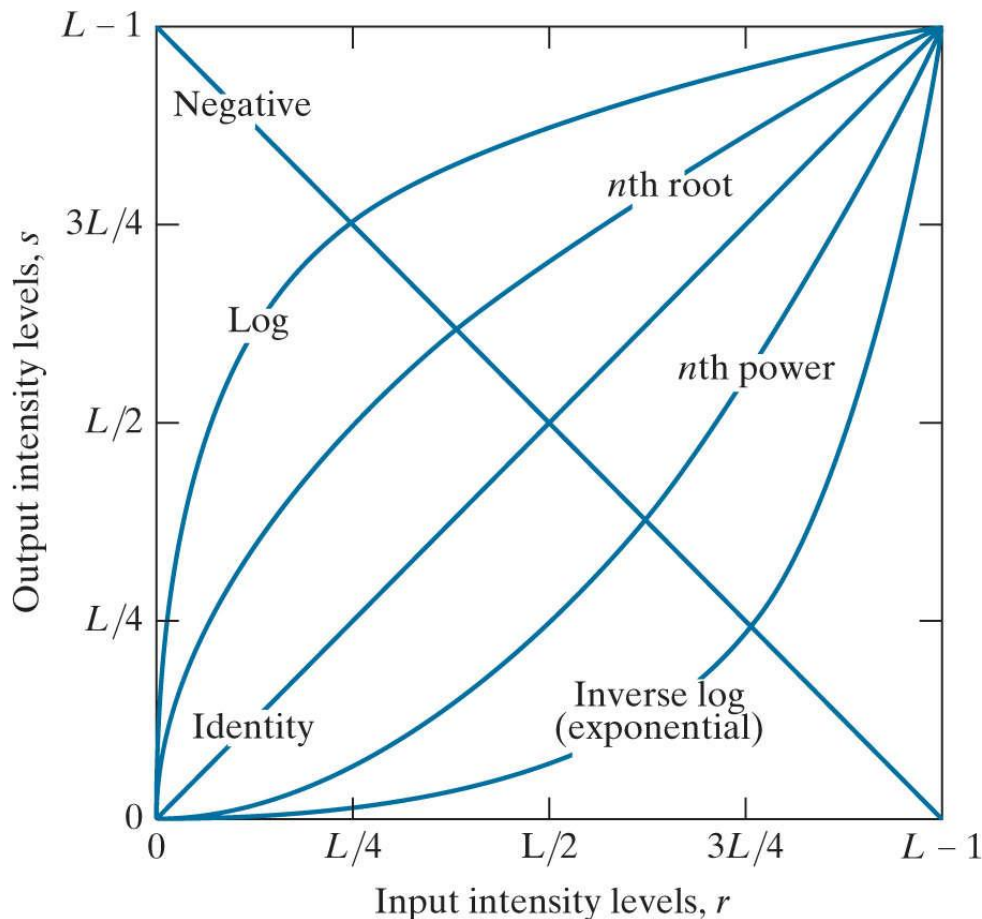
Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Alterações no contraste e no brilho
- Não lineares
 - $g = a * \log(f + 1)$



Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

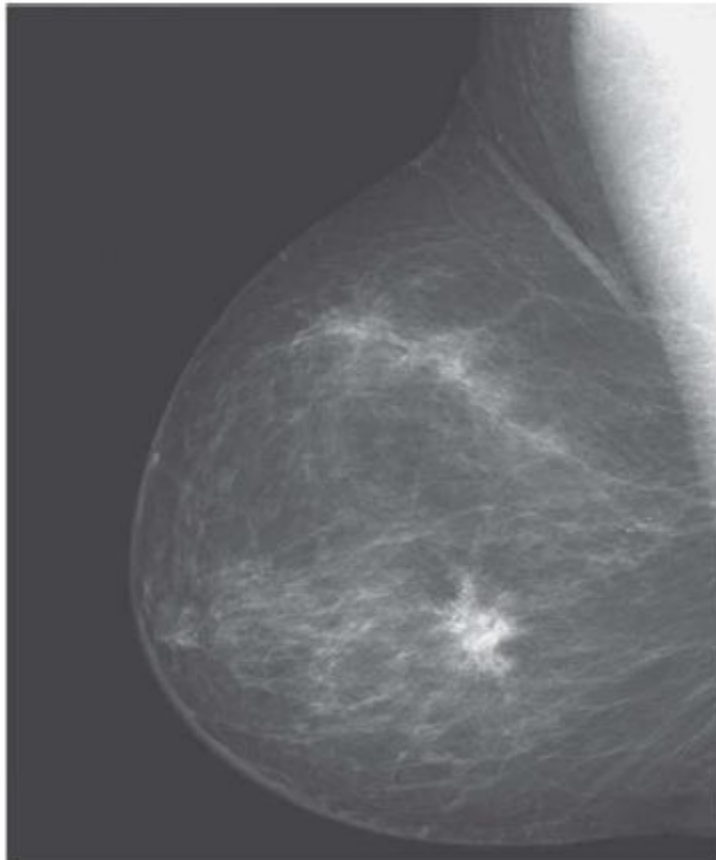
Imagem negativa



$$s = L - 1 - r$$

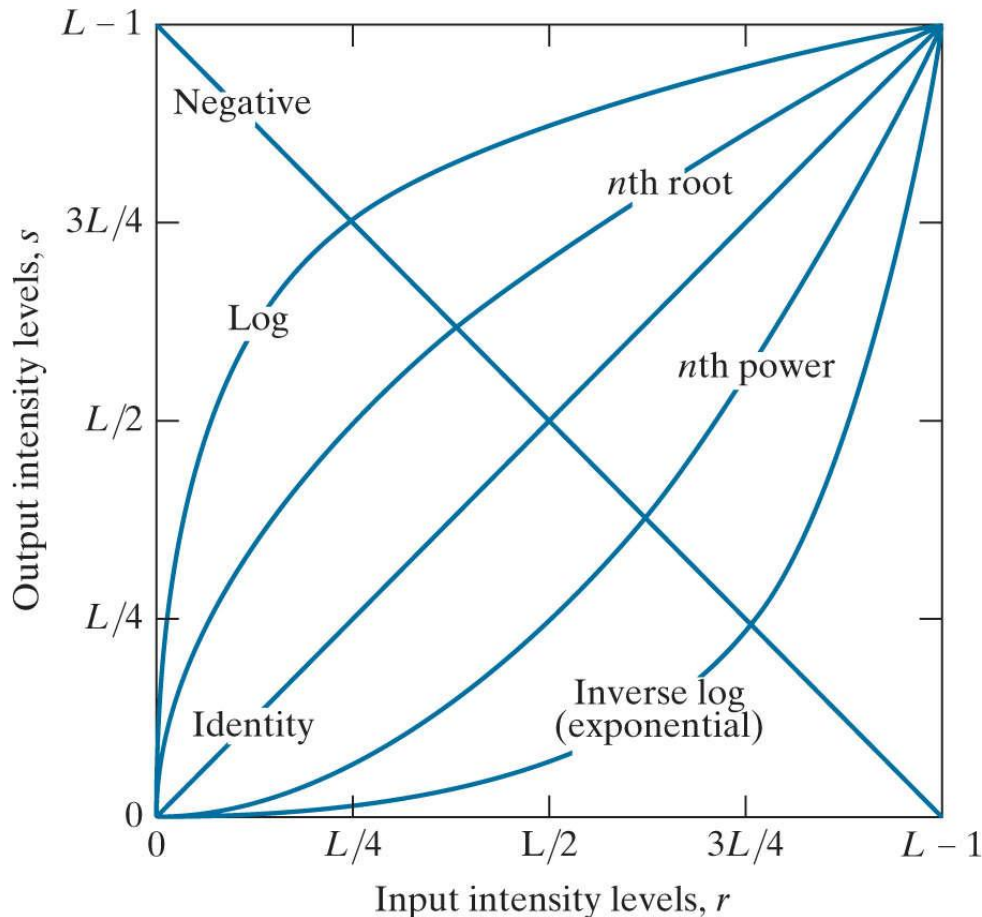
Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

Imagem negativa



Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

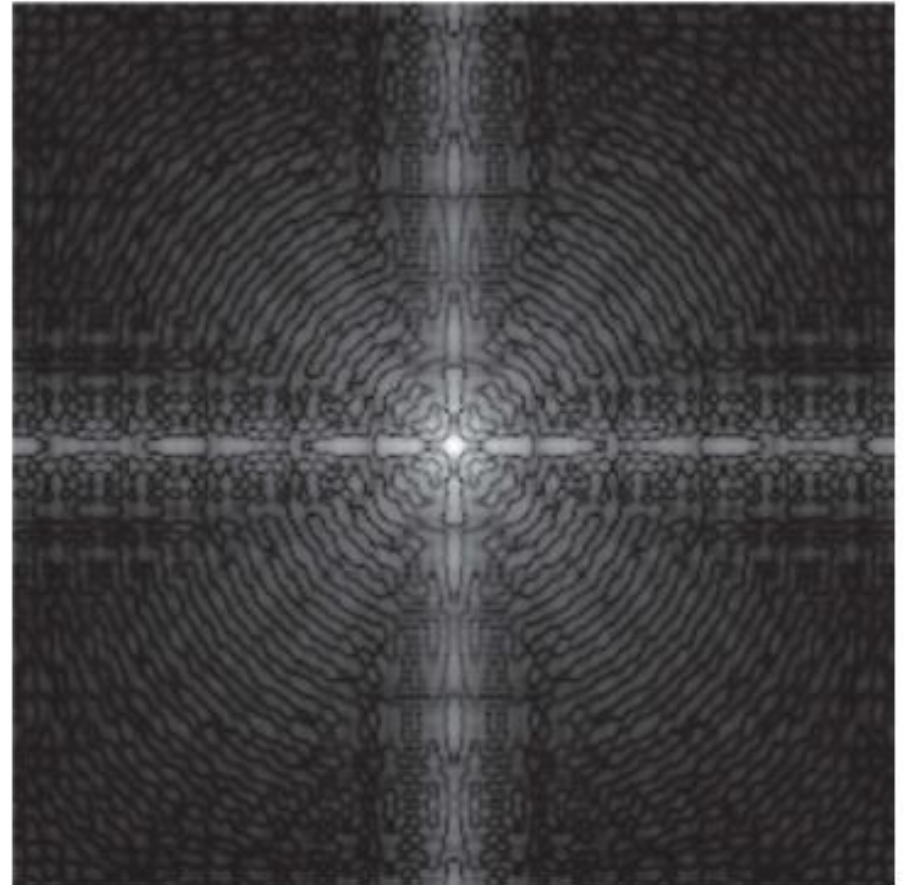
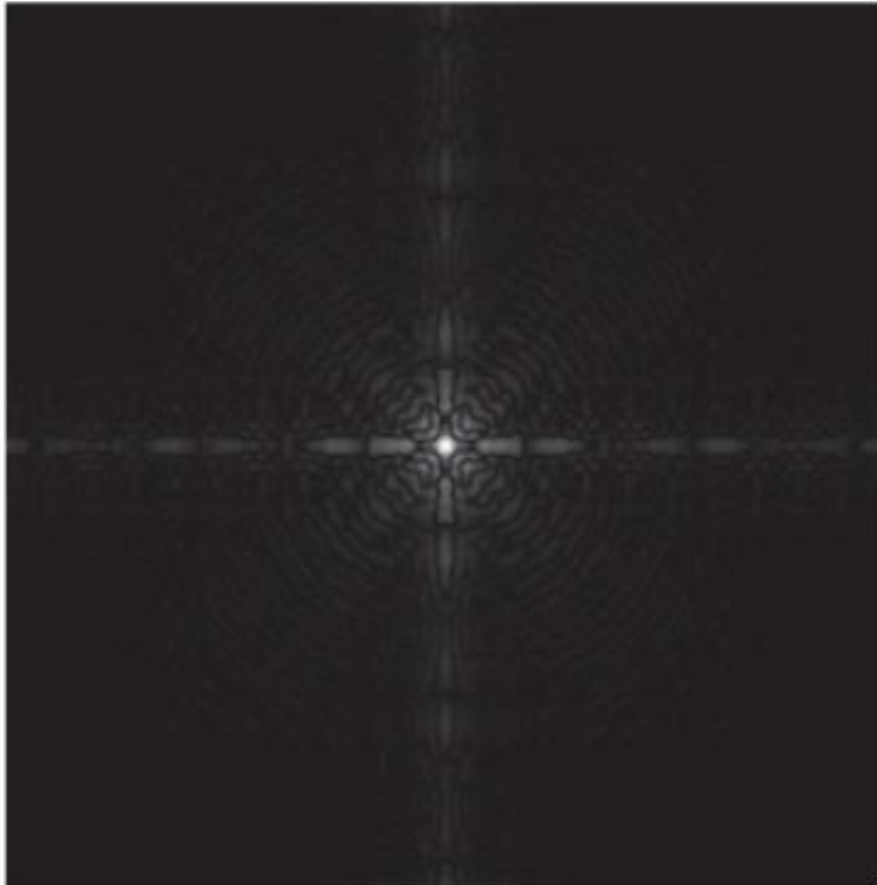
Transformação logarítmica



$$s = c \log(1 + r)$$

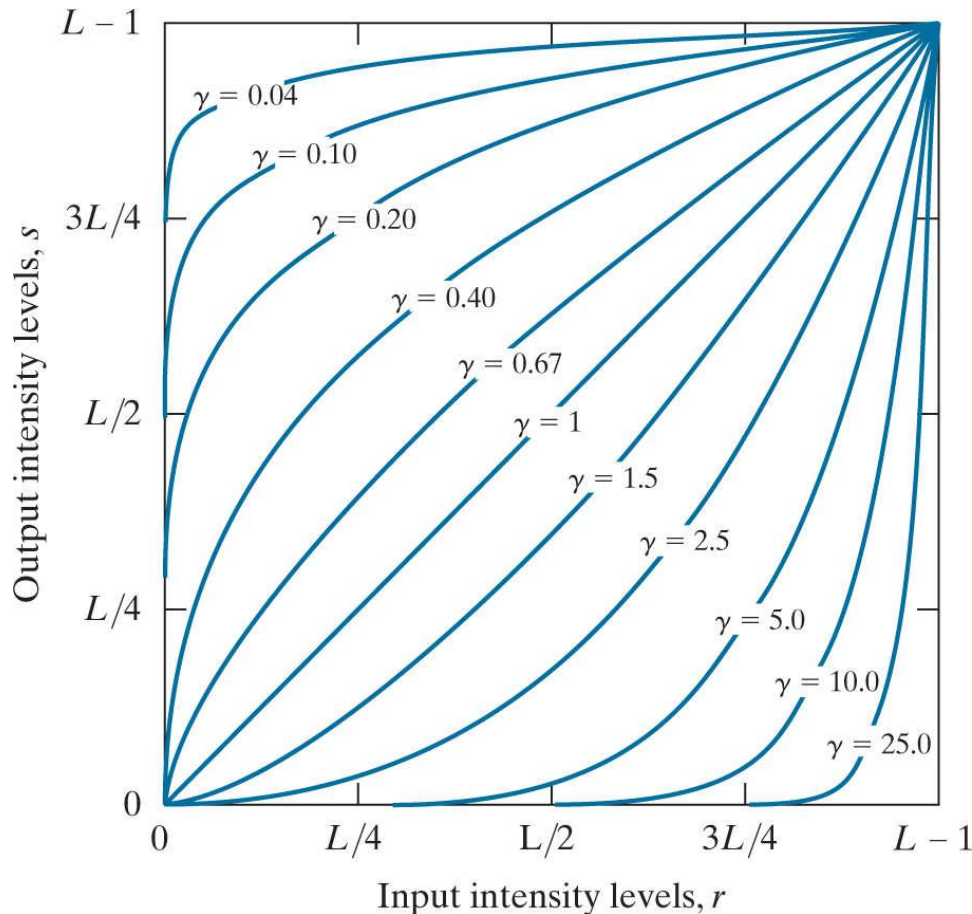
Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

Transformação logarítmica



Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

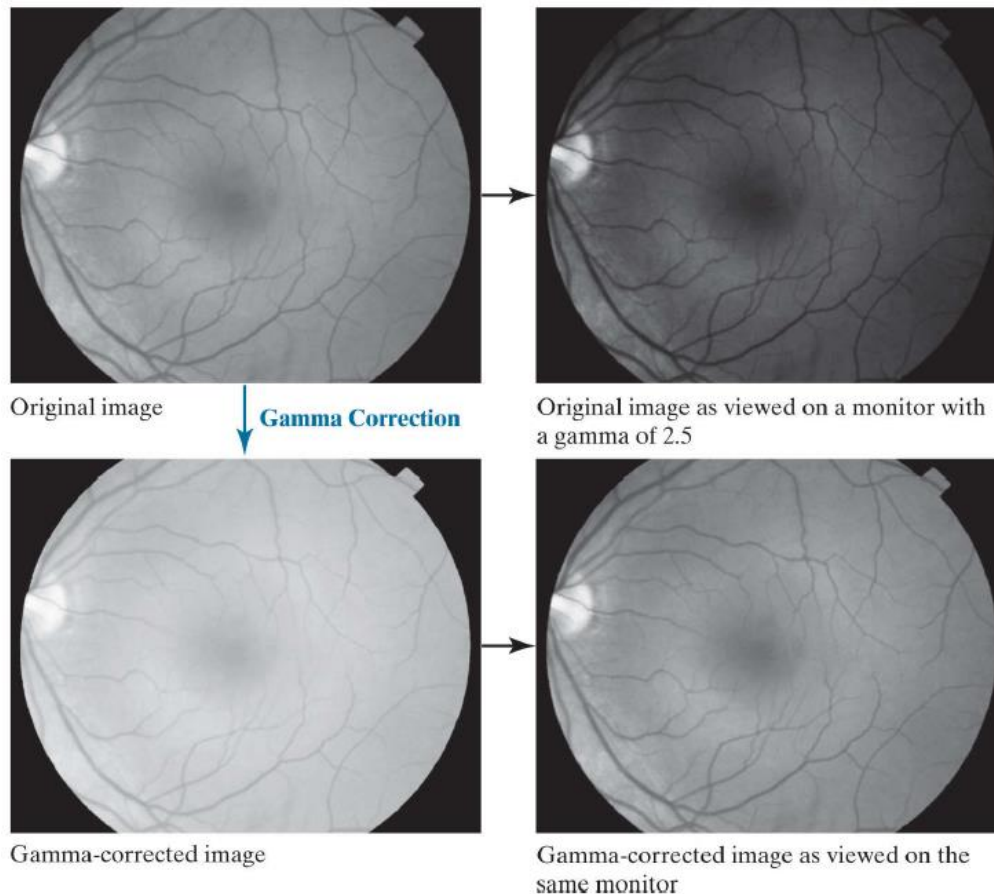
Transformação de lei de potência



$$s = cr^\gamma$$

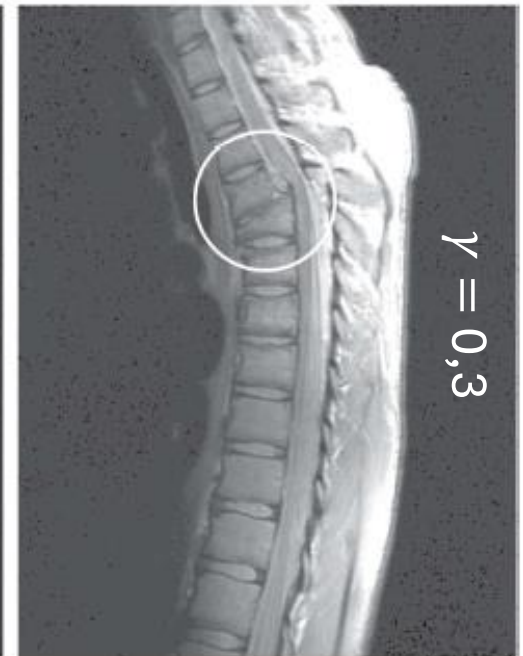
Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

Transformação de lei de potência



Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Transformação de lei de potência



Transformações nos níveis de cinza de uma imagem

- Transformação de lei de potência



$$\gamma = 3$$

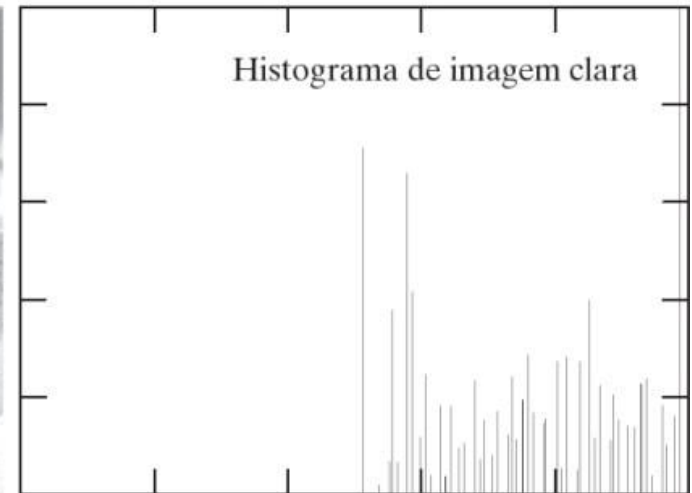
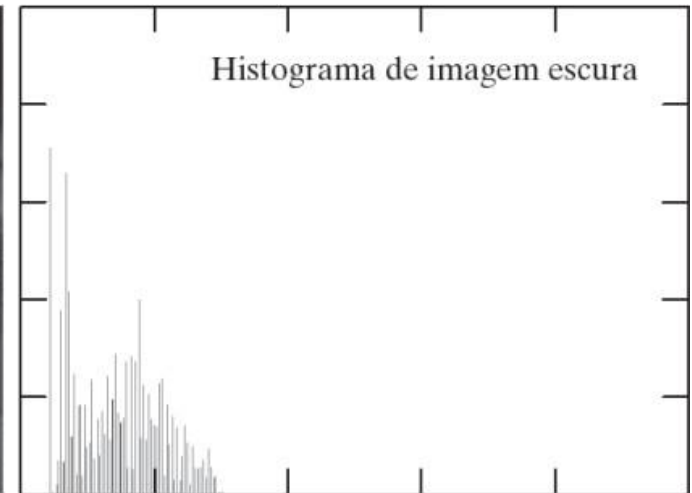


$$\gamma = 4$$

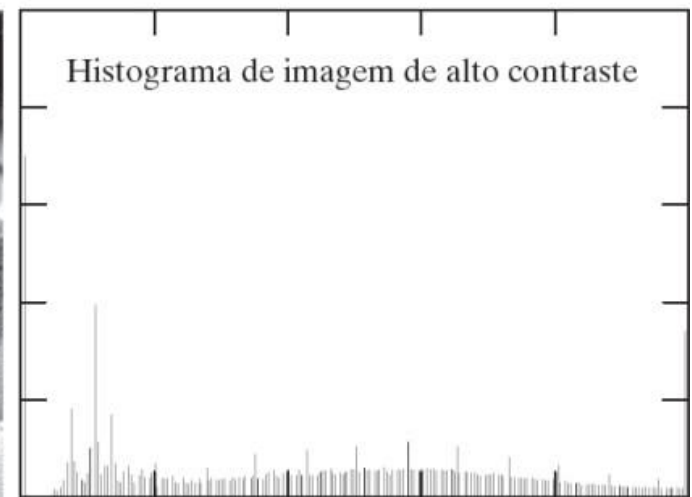


$$\gamma = 5$$

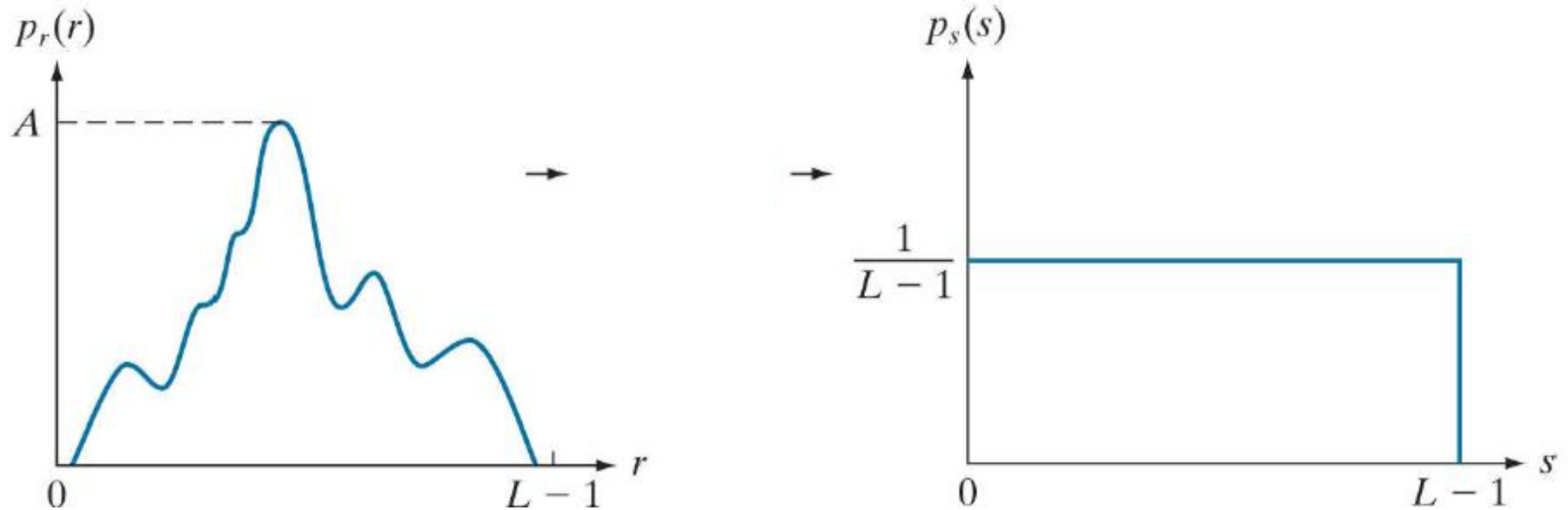
Exemplos de Histogramas



Exemplos de Histogramas

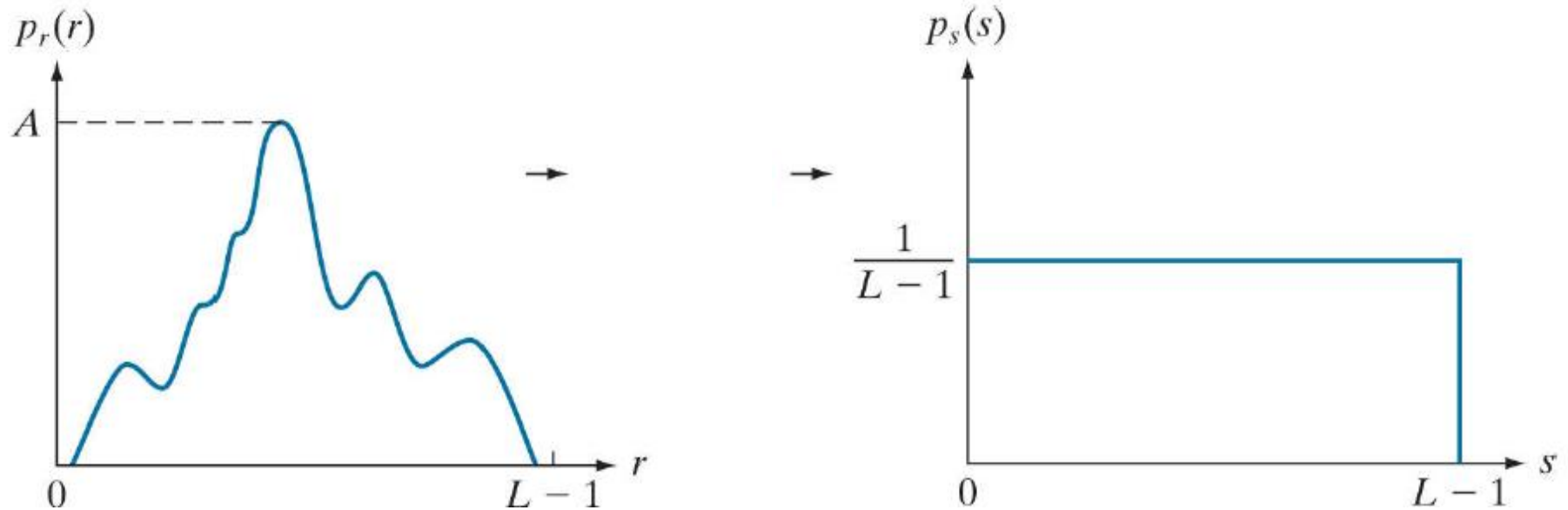


Equalização do histograma:



Aumentar o contraste geral na imagem espalhando a distribuição de níveis de cinza.

Equalização do histograma:



Considerando a versão discreta da equação:

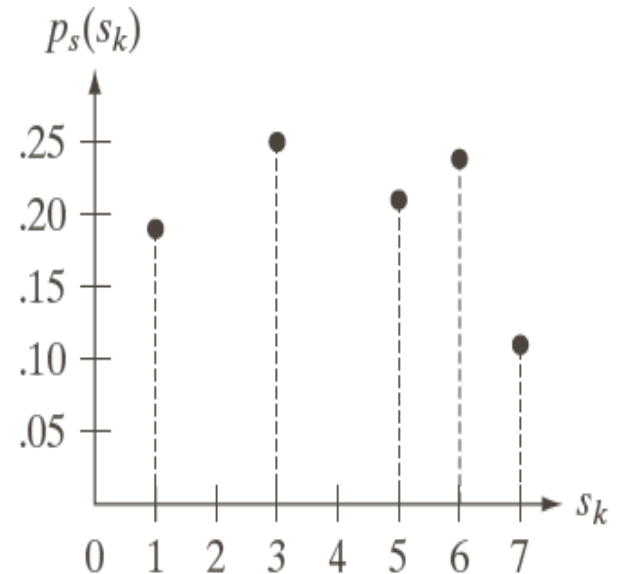
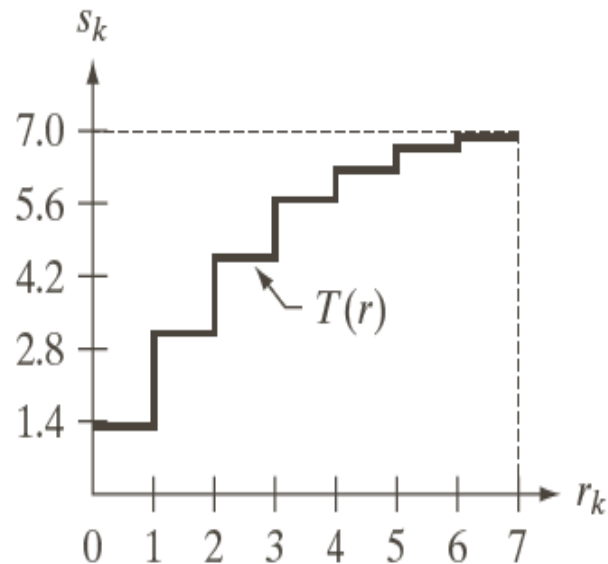
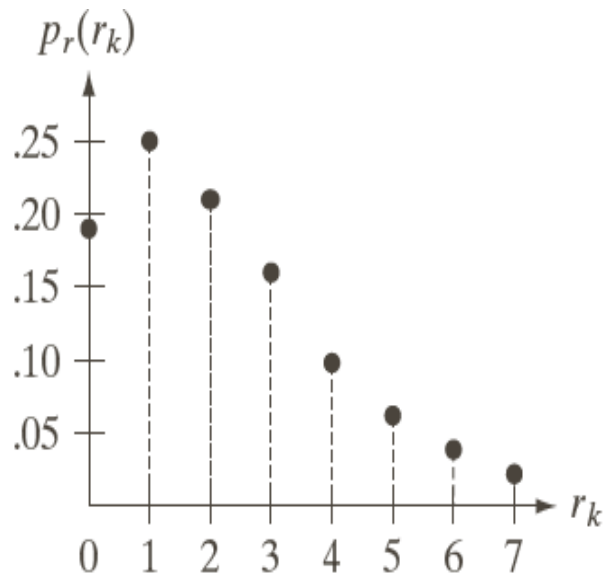
$$S_k = T(r_k) = (L-1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{(L-1)}{MN} \sum_{j=0}^k n_j, k = 0, 1, \dots, L-1$$

Exemplo:

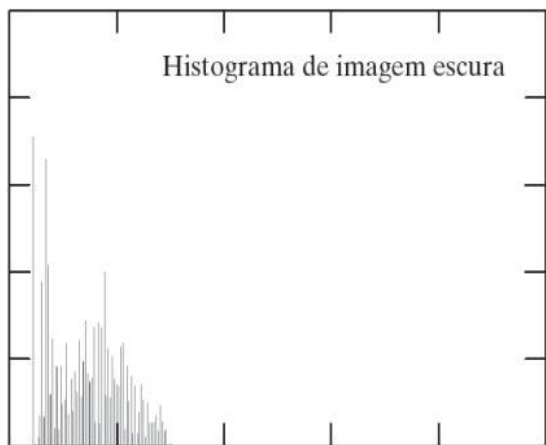
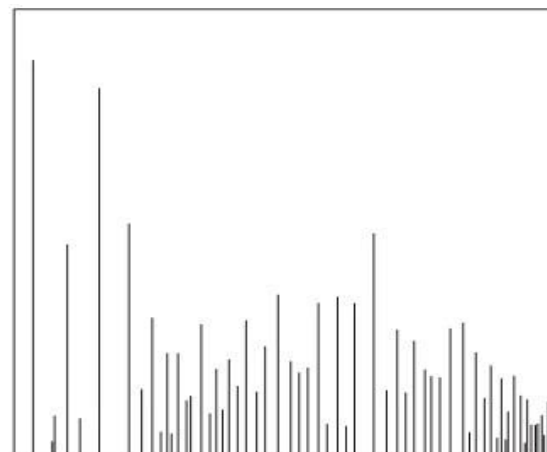
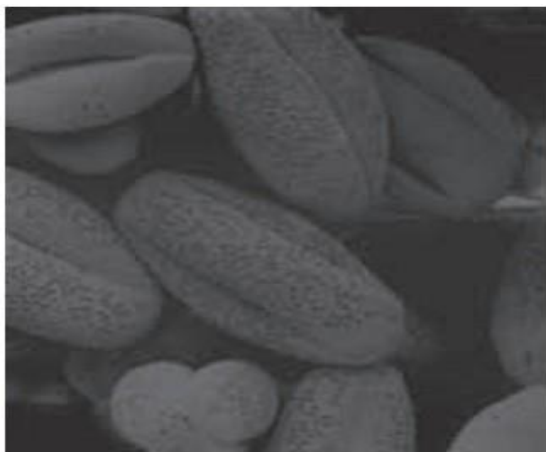
- Imagem de 64x64 pixels ($MN = 64 \times 64 = 4096$) com 3 bits ($L = 2^3 = 8$) e assim, com níveis de intensidade no intervalo $[0, L - 1] = [0, 7]$. As distribuições de intensidade e valores de histograma da imagem estão na tabela.

r_k	n_k	$p_r(r_k) = n_k / MN$	$s_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{(L - 1)}{M N} \sum_{j=0}^k n_j$	s_k Arredondado
$r_0 = 0$	790	0,19	1,33	1
$r_1 = 1$	1.023	0,25	3,08	3
$r_2 = 2$	850	0,21	4,55	5
$r_3 = 3$	656	0,16	5,67	6
$r_4 = 4$	329	0,08	6,23	6
$r_5 = 5$	245	0,06	6,65	7
$r_6 = 6$	122	0,03	6,86	7
$r_7 = 7$	81	0,02	7,00	7

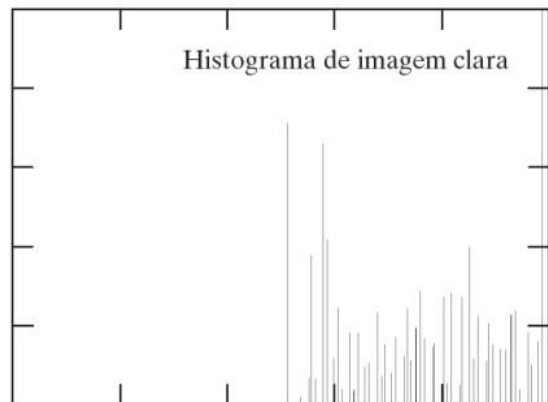
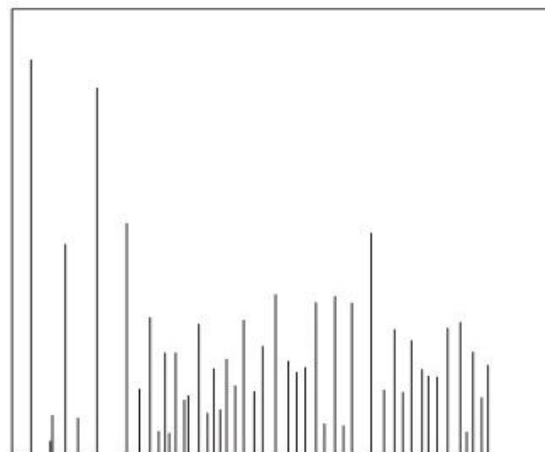
Exemplo:



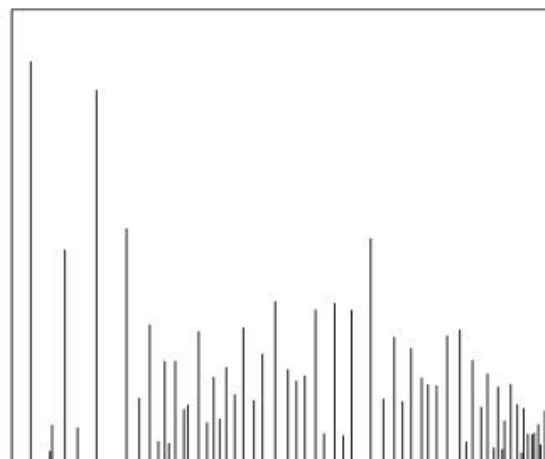
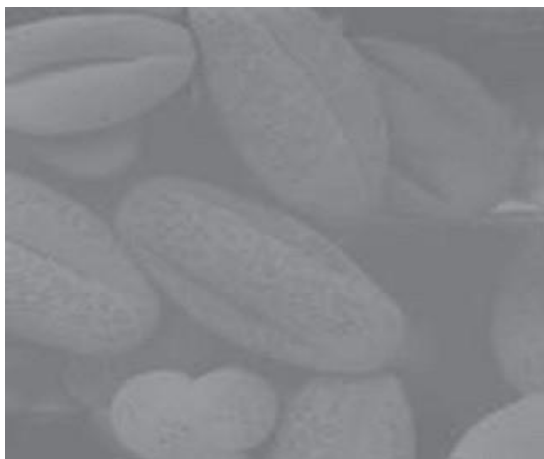
Equalização de Histograma



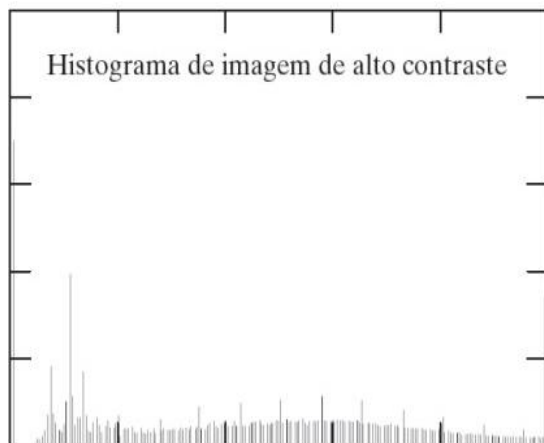
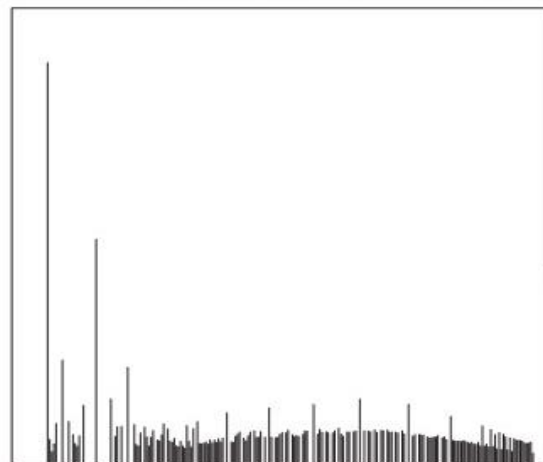
Equalização de Histograma



Equalização de Histograma



Equalização de Histograma



Equalização de Histograma

