

# **Computação gráfica**

## **Processamento digital de imagens**

UERN - Curso de Ciência da Computação  
Prof. Dr.: Wilfredo Blanco Figuerola

# Outline

## ▶ Introdução

- Revisão da última aula

## ▶ Transformações no domínio espacial.

- Transformações de escala
- Realce de imagens
  - Manipulação ponto a ponto
  - Contrast Stretching (Alargamento de contraste)
  - Equalização do histograma
  - Média de imagens
  - Filtragem espacial

# Introdução: Revisão da última aula

- ▶ Representação matricial: forma mais intuitiva e simples de representação de uma imagem.
- ▶ Região retangular no espaço de  $R^2$ , onde cada ponto representa uma cor ou intensidade de cinza.

$$f(x,y) \rightarrow c$$

$x [0 .. w-1]$ , onde  $w$  é largura da imagem

$y [0 .. h-1]$ , onde  $h$  é altura da imagem

- ▶ O espaço ocupado depende diretamente das dimensões da imagem.



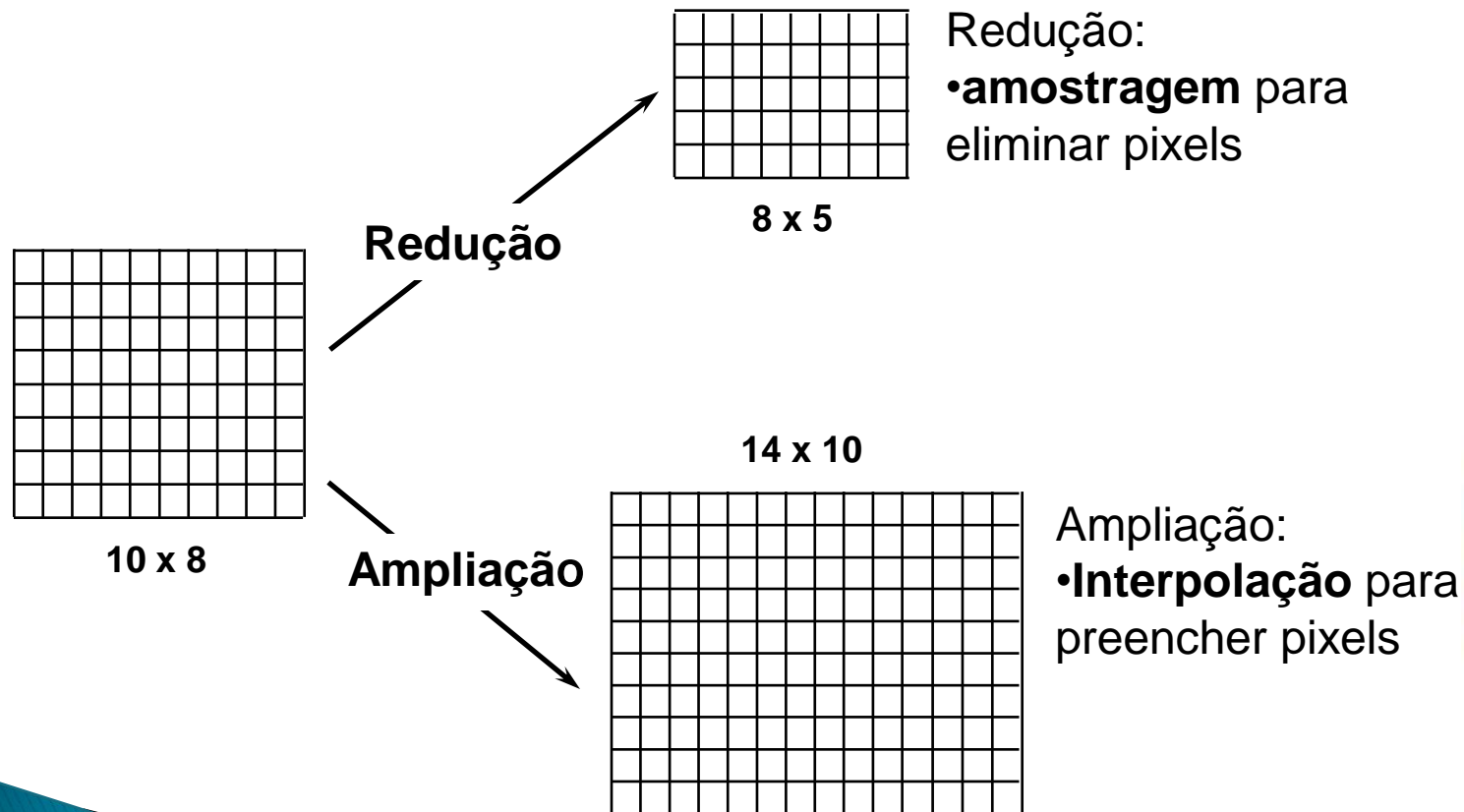
$$f(x,y) \rightarrow c$$



$$f(x,y) \rightarrow [r \ g \ b]$$

# Transformações

- ▶ Transformações de escala (aumentar/diminuir)



# Transformações

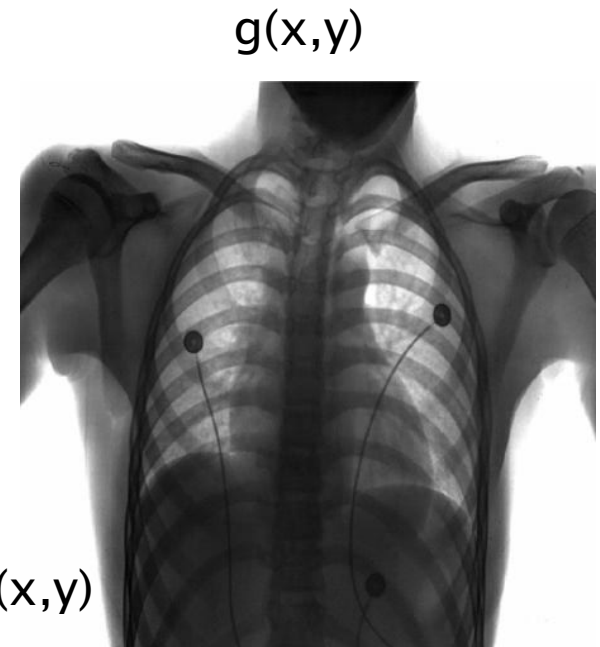
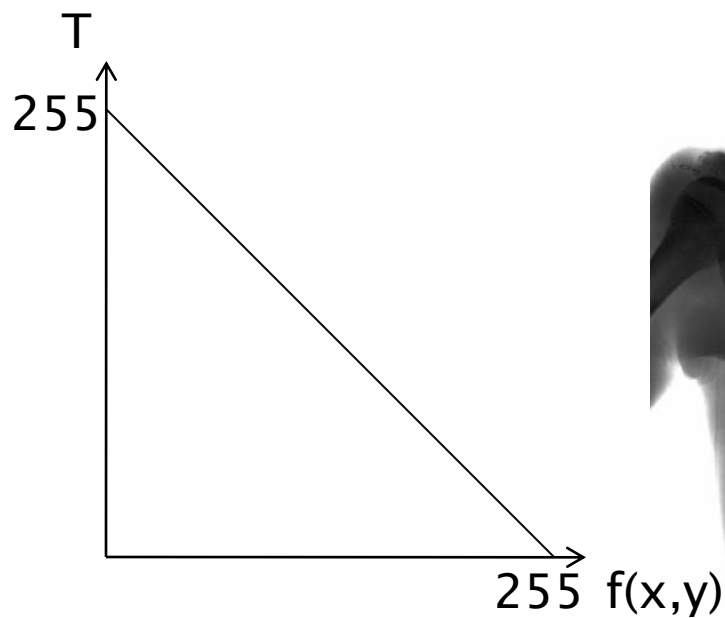
- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Refere-se à representação matricial da imagem em que cada pixel representa um ponto visual desta.
  - Por oposição: **Domínio das frequências.**
  - Operações neste domínio
    - Podem ser expressas por:

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

# Transformações

Quando o valor transformado é independente do valor dos vizinhos, então temos uma Manipulação ponto a ponto

$$T[f(x,y)] = \text{MAX} - f(x,y)$$





# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Contrast Stretching (Alargamento de contraste)

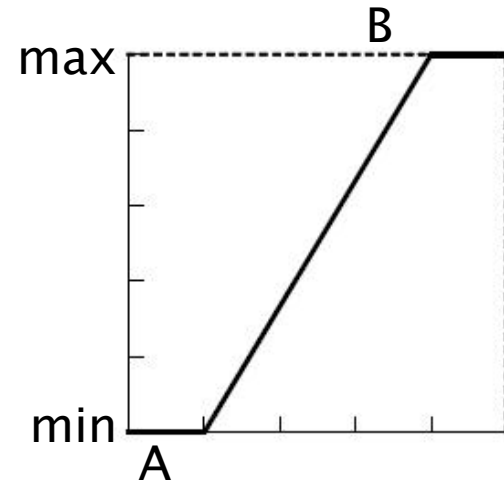
$$S = T[f(x,y)] = \frac{(\max - \min) (f(x,y) - A)}{B - A} + \min$$

Para  $\min = 0$

$$S = T[f(x,y)] = \max \frac{f(x,y) - A}{B - A}$$

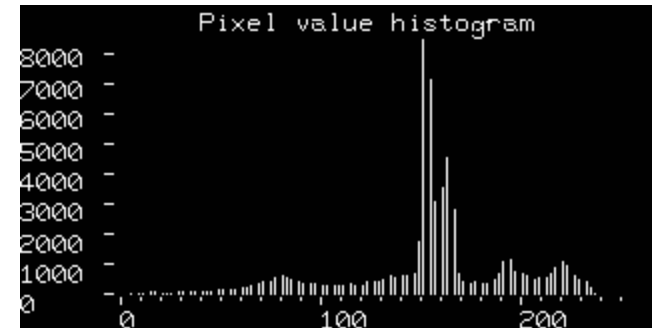
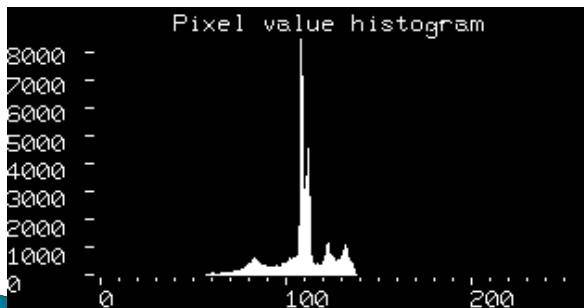
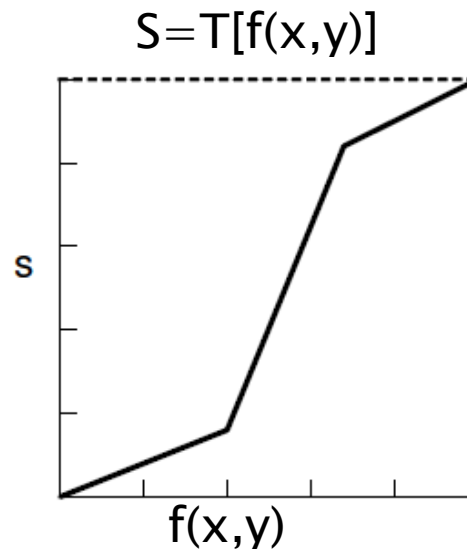
$$S < 0 \rightarrow S = 0$$

$$S > 255 \rightarrow S = 255$$



# Transformações

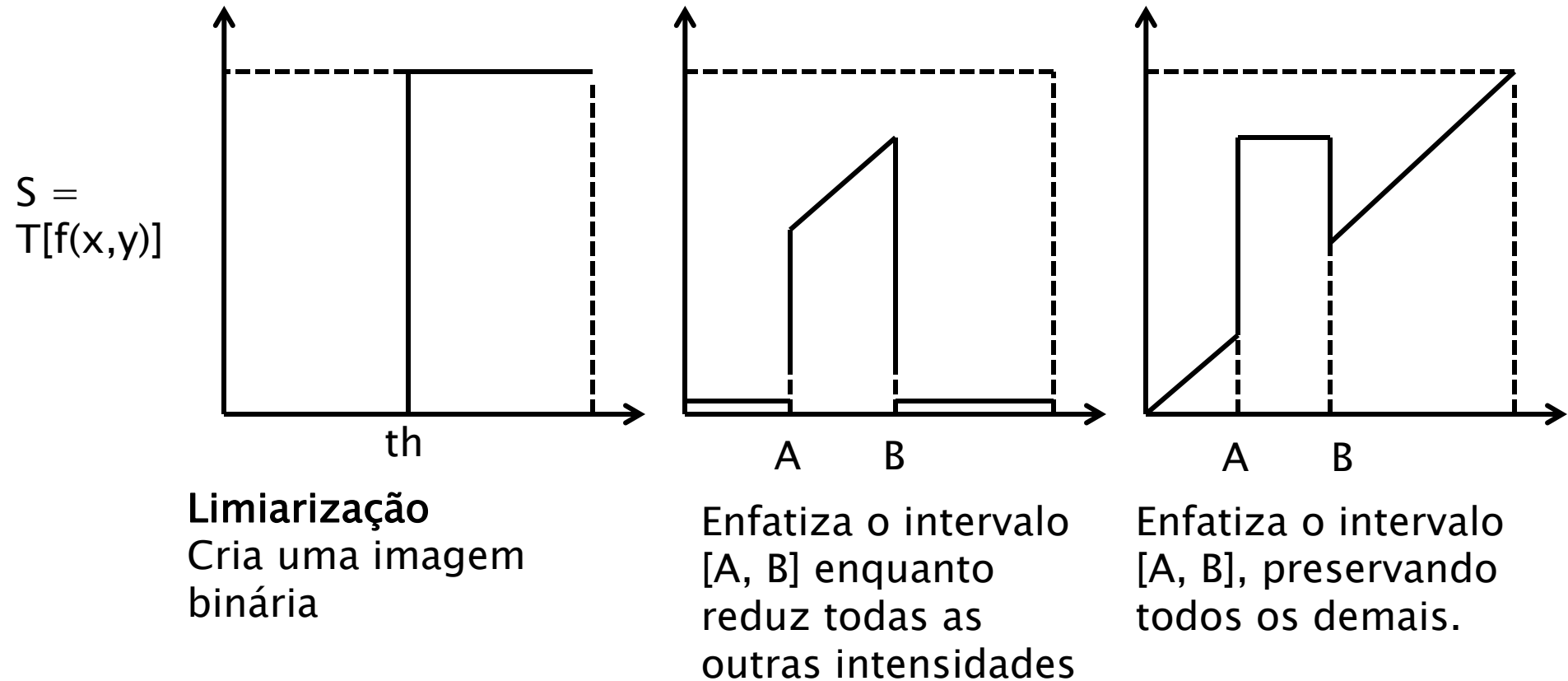
- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Contrast Stretching (Alargamento de contraste)





# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.



# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Processamento de histograma

Níveis de cinza  $[0, L-1]$

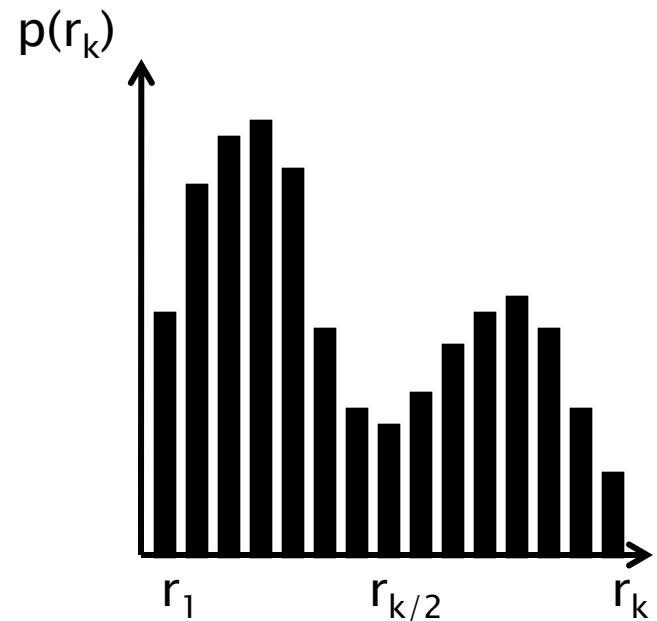
$p(r_k) = n_k/n \rightarrow \text{PDF}$

$r_k$  – k-ésimo nível de cinza

$n_k$  – é o número de pixels na imagem com esse nível de cinza.

$n$  – número total de pixels na imagem

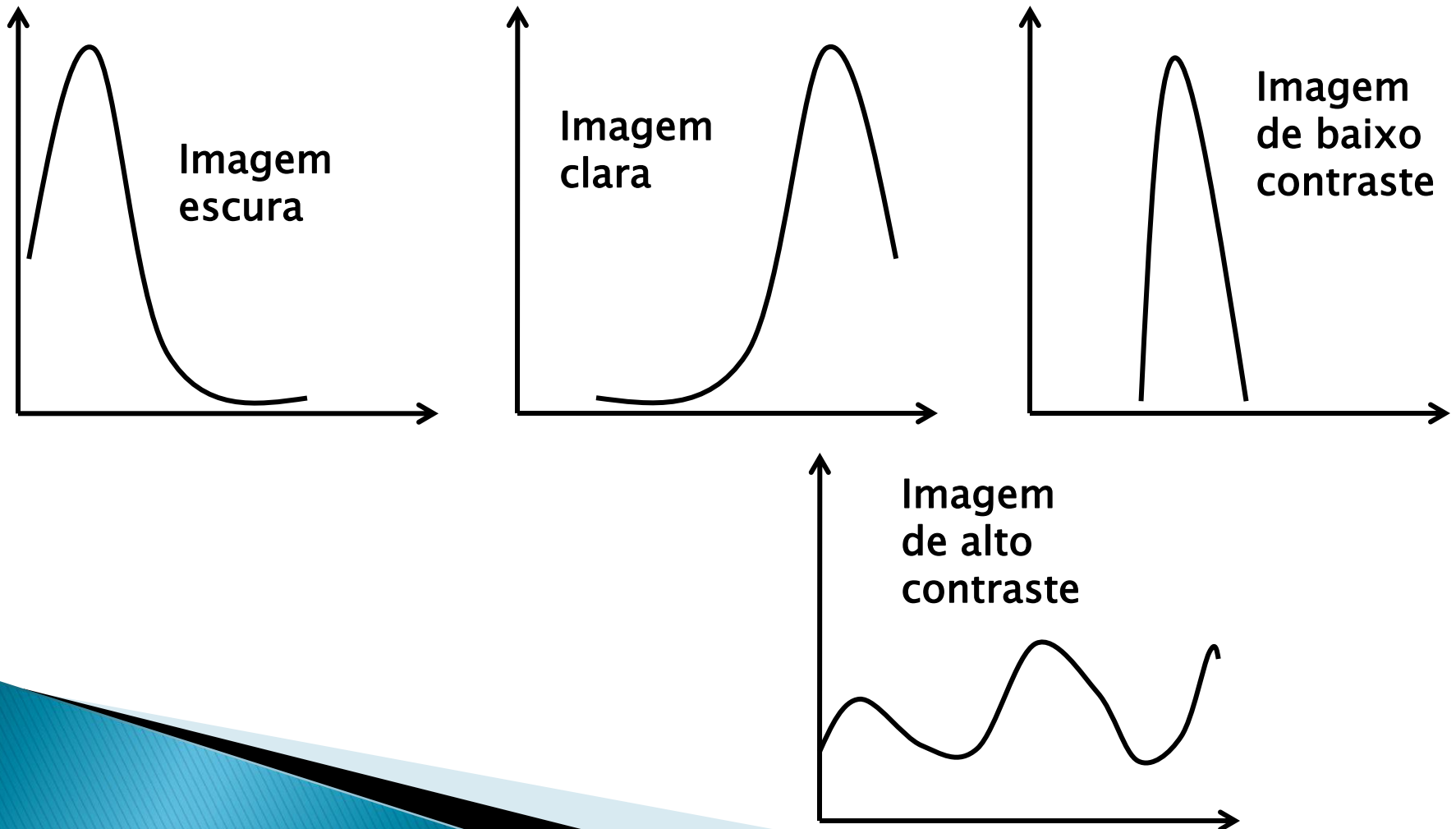
$k = 0, 1, 2, 3 \dots, L-1$



PDF  
Função densidade de probabilidade  
(Probability Density Function)

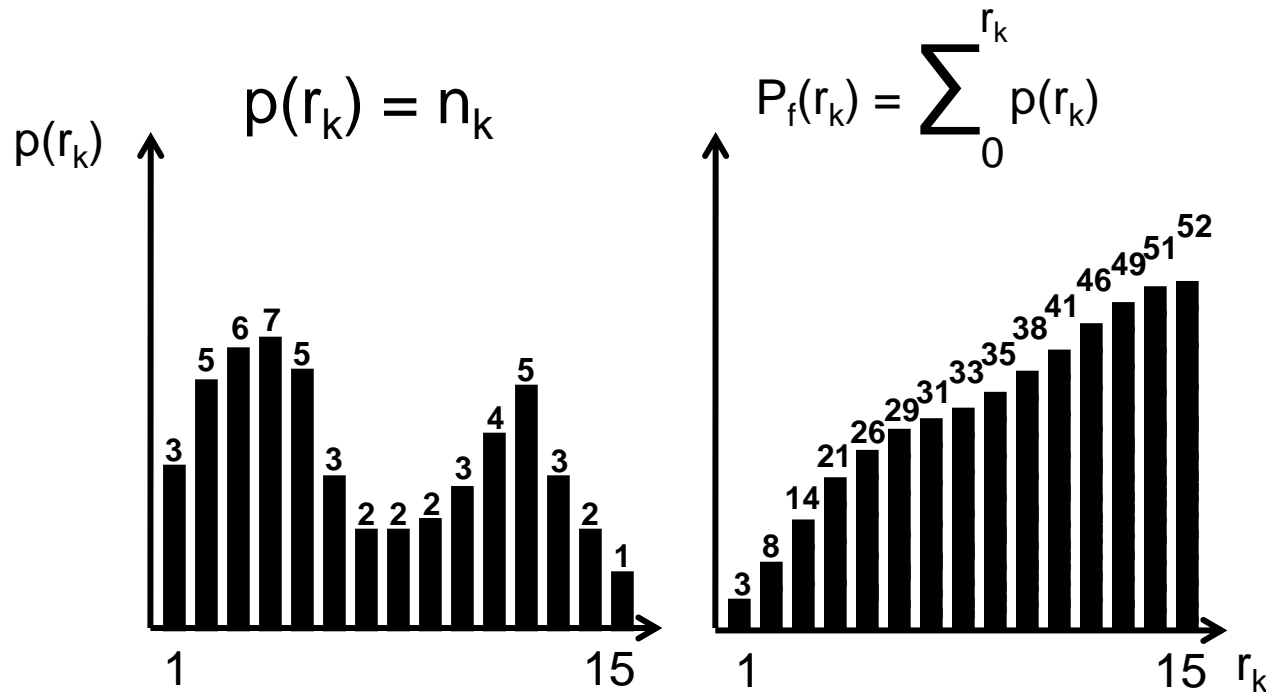
# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Processamento de histograma



# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Processamento de histograma

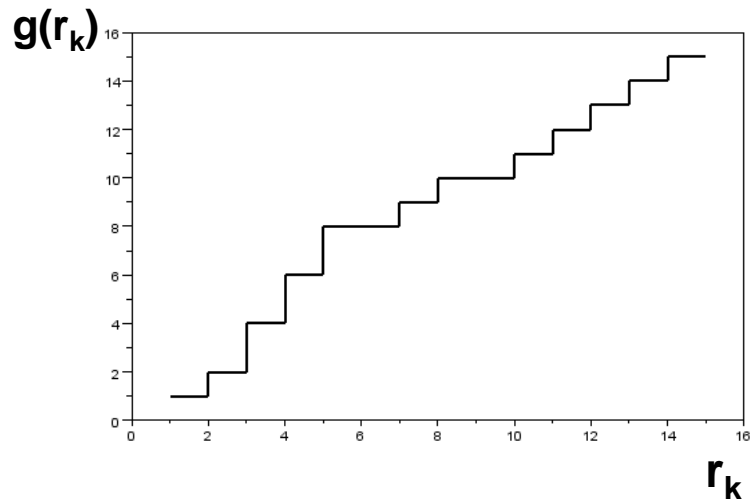


$r_k$	$P_f(r_k)$	$g(r_k)$
1	3	1
2	8	2
3	14	4
4	21	6
5	26	8
6	29	8
7	31	9
8	33	10
9	35	10
10	38	11
11	41	12
12	46	13
13	49	14
14	51	15
15	52	15

$$g(r_k) = \text{NINT}(\min + (\max - \min) * P_f(r_k) / n)$$

# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Processamento de histograma



## Algoritmo

// calcular  $P[f(x,y)]$

For  $x=1:w-1$

For  $y=1:h-1$

$p = P[f(x,y)]/n;$

$g = \text{round}(\min + (\max - \min) * p / n);$

end

end

# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Equalização de histograma

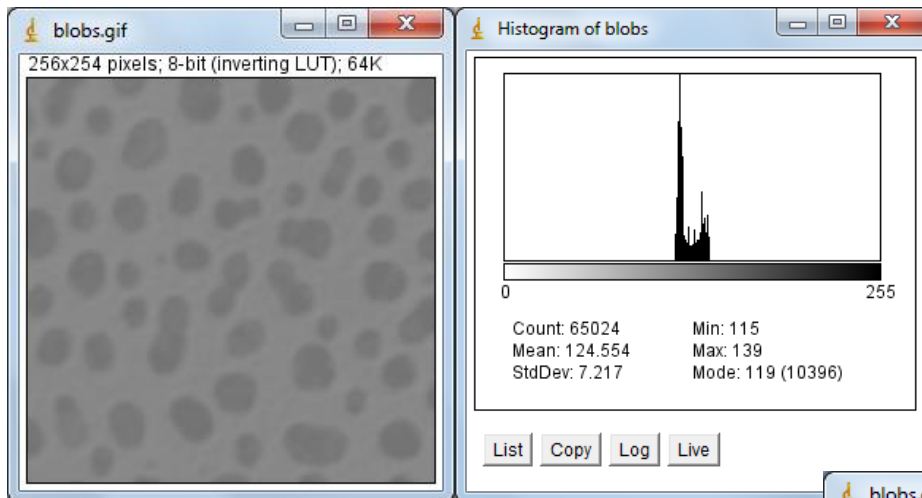
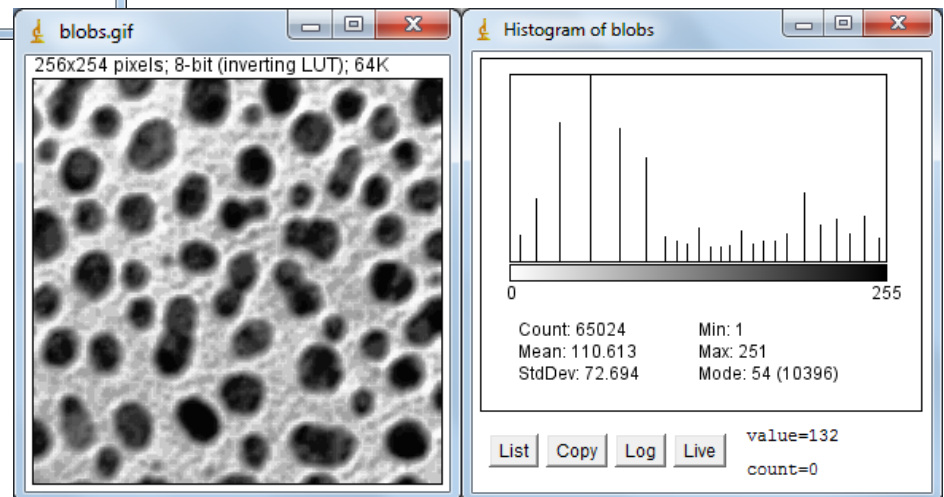


Imagem exemplo do imageJ  
<http://rsbweb.nih.gov/ij/>



# Transformações

## ► Transformações no domínio espacial.

- Média de imagens
- Considere uma imagem ruidosa  $g(x,y)$

$$g(x,y) = f(x,y) + \eta(x,y)$$

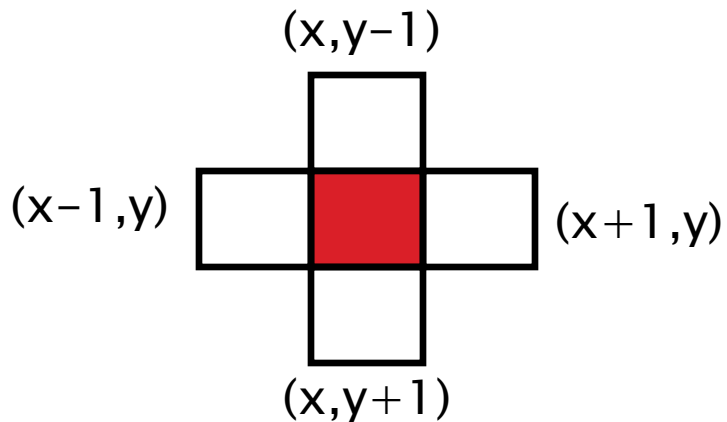
- Para cada  $f(x,y)$  temos um ruído  $\eta(x,y)$
- $\eta(x,y)$  assumimos que não é correlacionado e sua media é zero.

$$\text{mean}(g(x,y)) = 1/M \left( \sum_{i=1}^M g_i(x,y) \right) \sim f(x,y)$$

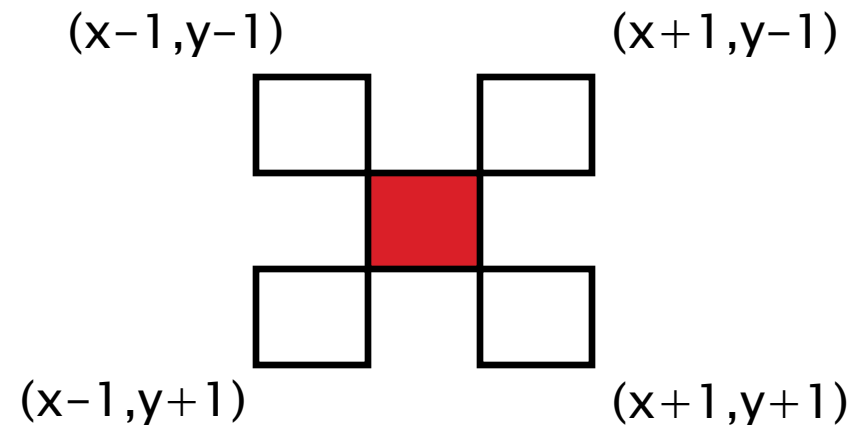


# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Filtragem espacial (máscaras/filtros espaciais)
  - Os vizinhos de um pixel  $p$  de coordenadas  $(x,y)$



Possui quatro vizinhos  
horizontais e verticais  
 $N_4(p)$

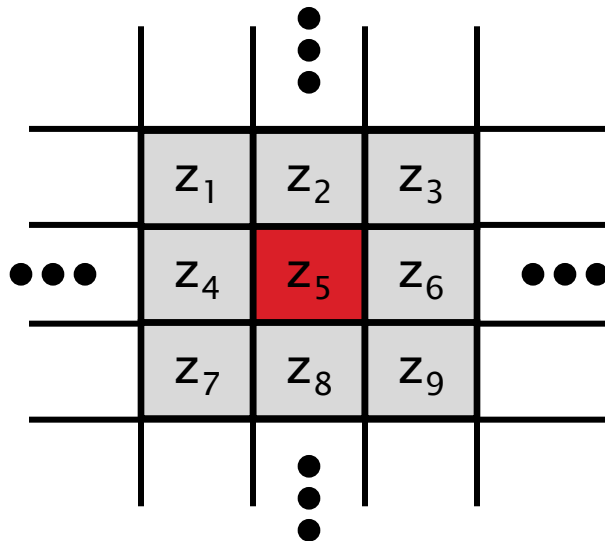


Possui quatro vizinhos  
diagonais  
 $N_D(p)$

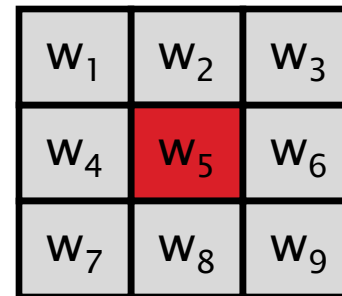
Vizinhança  
 $N_8(p)$

# Transformações

- ▶ Transformações no domínio espacial.
  - Filtragem espacial (máscaras/filtros espaciais)
  - Modificar o valor do pixel em função de seu próprio nível de cinza e o de seus vizinhos



Vizinhança  
 $N_8(p)$



$$z_5 = 1/9(w_1z_1 + w_2z_1 + \dots + w_9z_9)$$

$$z_5 = 1/9 \sum_{i=1}^9 w_i z_i$$

# Transformações

- ▶ Filtragem espacial (máscaras/filtros espaciais)
  - Filtros passa-baixas (medias)

$w_1$	$w_2$	$w_3$
$w_4$	$w_5$	$w_6$
$w_7$	$w_8$	$w_9$

Máscara 3x3

$w_1 = w_2 = \dots w_9 = 1/9$  (pesos)

Media da Vizinhança

$N_8(p)$

- Borra a borda e outros detalhes


Máscara 7x7

$w_1 = w_2 = \dots w_{49} = 1/49$  (pesos)

Media da Vizinhança

$N_{49}(p)$

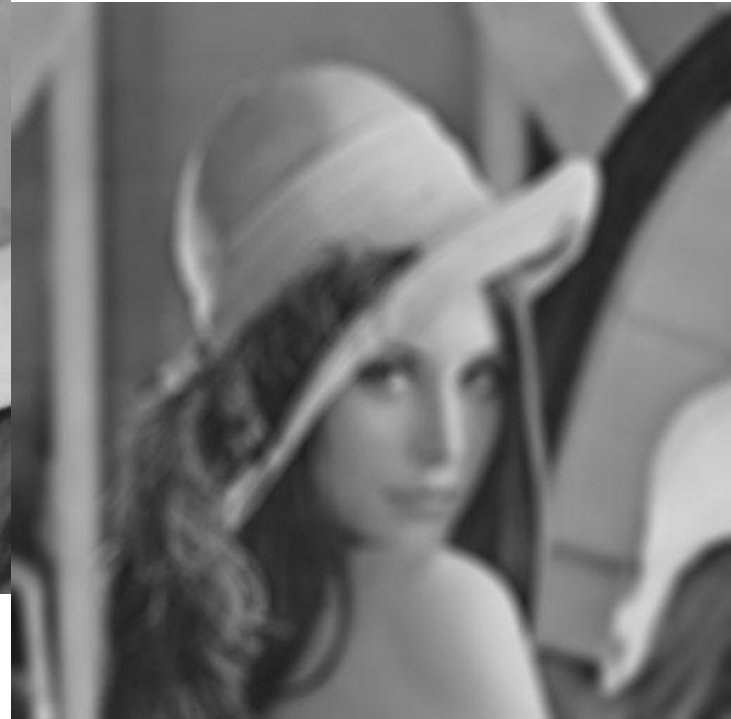
# Transformações

- ▶ Filtragem espacial (máscaras/filtros espaciais)
  - Filtros passa-baixas (medias)

Máscara 3x3



Máscara 7x7



# Transformações

- ▶ Filtragem espacial (máscaras/filtros espaciais)
  - Filtros passa-baixas (mediana)

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$

Máscara 3x3

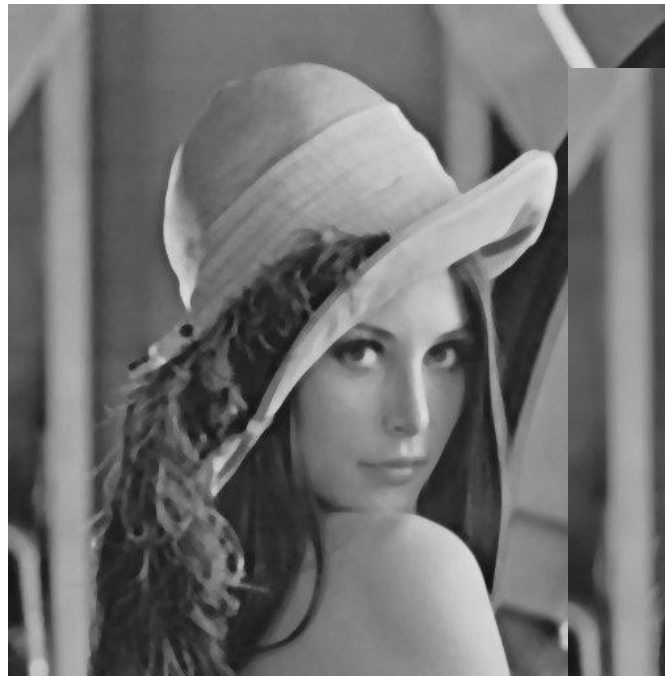
$sv = \text{SORT}([z_1, z_2, \dots, z_9])$

$z_5 = sv(5)$

Mediana da Vizinhança

$N_8(p)$

Máscara 3x3



Máscara 7x7



- preserva a agudeza das bordas

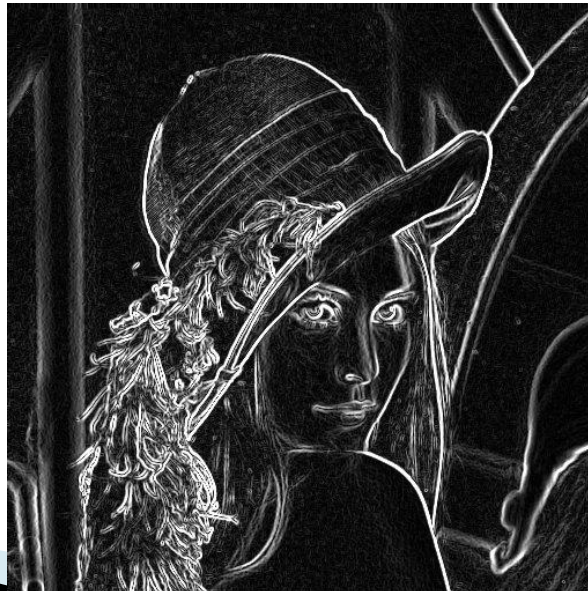
# Transformações

- ▶ Filtragem espacial (máscaras/filtros espaciais)
  - Filtros passa-altas (detecção de bordas)

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1



# Seminário e trabalho prático

- ▶ Trabalho prático (Unidade 1 – Processamento de Imagem)
  - Implementar Equalização do histograma.
  - Implementar e filtros espaciais.



# Referencias

- ▶ Gonzales R. C & Woods R. E. Processamento de imagens digitais. S. Paulo: Editora Edgard Blucher, 1ª edição 2000. (Capitulo 4. Realce de imagens)
- ▶ Tomas Akenine-Moller & Eric Haines Real-Time Rendering: A K Peters Ltd. USA., second edition, 2002.
- ▶ WIKIPÉDIA. Imagem digital. Disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/Imagem\\_digital](http://en.wikipedia.org/wiki/Imagem_digital)