

# PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

## PDI – Aula 3

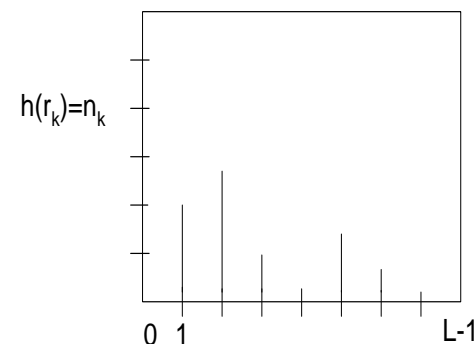
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias  
Escola Agrícola de Jundiaí  
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas  
**Profa. Alessandra Mendes**

# Fundamentos – Histograma

# Processamento de 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  $r_k$ .

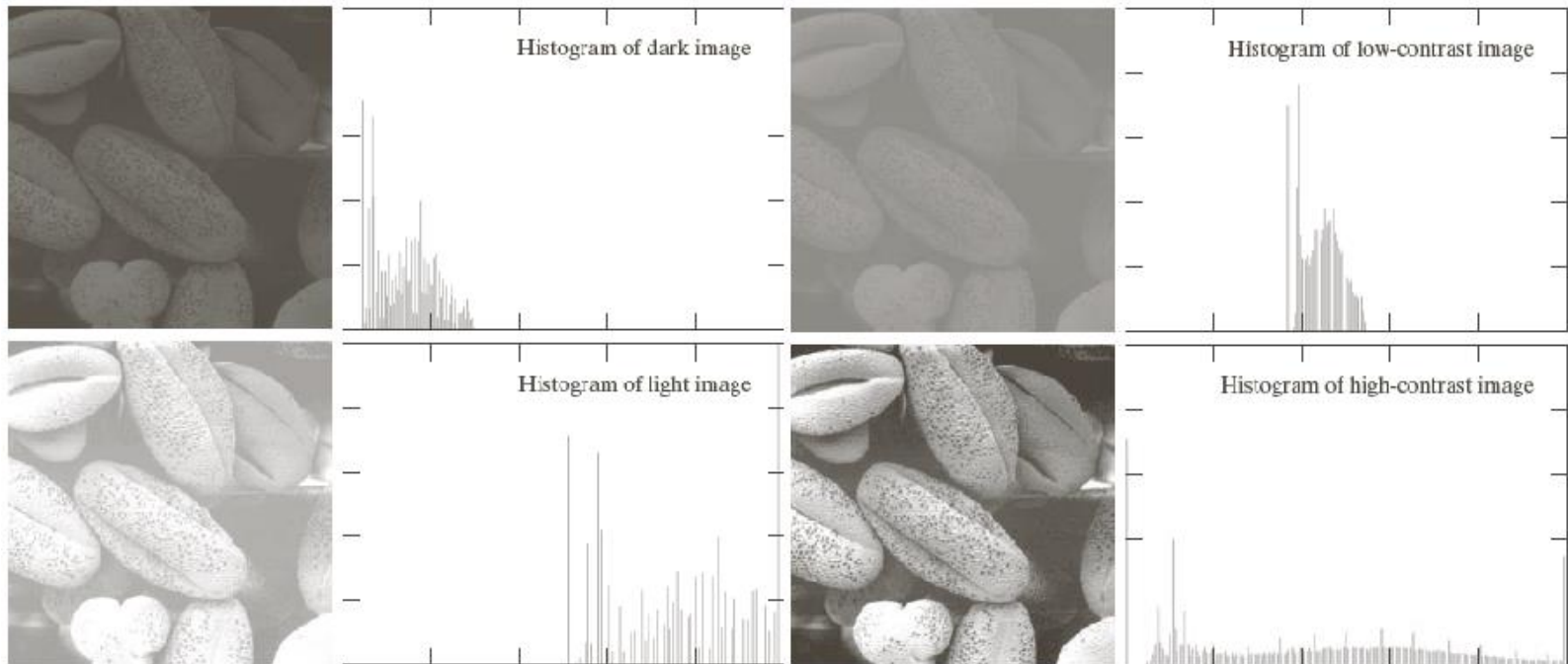
- ▶ Aprimoramento da imagem
- ▶ Informações estatísticas importantes em compressão
- ▶ Segmentação



- ▶ Histograma normalizado: dividir cada um dos componentes pelo número total de pixels da imagem, denotado por  $MN$ , tal que  $p(r_k) = n_k / MN$ , para  $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$ .

# 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.

# Processamento de Histograma

---

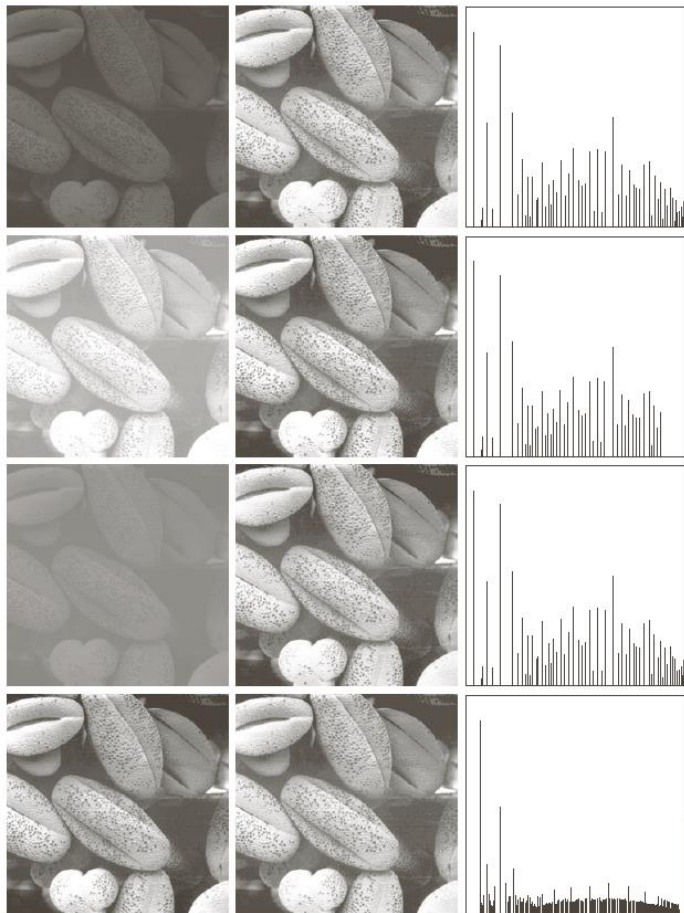
- ▶ Equalização de histogramas:

- ▶ A equalização de histograma ou linearização de histograma 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  $0 \leq r \leq L - 1$ , tal que a função densidade probabilidade (PDF) de  $p_s(s)$  é (aproximadamente) constante.

# Processamento de Histograma

---

## ► Equalização de histogramas:



Coluna a esquerda:  
imagens  
da Fig. 3.16.

Coluna central:  
imagens com  
equalização de  
histograma

Coluna direita:  
histogramas  
das imagens da coluna  
central.

# Relações entre pixels

# Vizinhança de um pixel $p(x,y)$

- ▶ *Vizinhança-4* ( $N_4(p)$ ):

- ▶  $(x-1, y)$ ,  $(x, y-1)$ ,  
 $(x, y+1)$ ,  $(x+1, y)$

		y		
	$p(x-1,y-1)$		$p(x-1,y)$	$p(x-1,y+1)$
$x$	$p(x,y-1)$		$p(x,y)$	$p(x,y+1)$
	$p(x+1,y-1)$		$p(x+1,y)$	$p(x+1,y+1)$

- ▶ *Viz. diagonal* ( $N_D(p)$ )

- ▶  $(x-1, y-1)$ ,  $(x-1, y+1)$ ,  
 $(x+1, y-1)$ ,  $(x+1, y+1)$

		y		
$x$				

- ▶ *Vizinhança-8* ( $N_8(p)$ )

- ▶  $N_4(p)$  e  $N_D(p)$ .



# Adjacências entre pixels $p$ e $q$

- ▶ Dois pixels  $p$  e  $q$  são **adjacentes** se são **vizinhos** e se seus elementos satisfazem um determinado **critério  $C_s$  de similaridade** (intensidade, textura, ...);

- ▶ **Adjacência-4**: satisfazem  $C_s$  e  $q \in N_4(p)$ ;

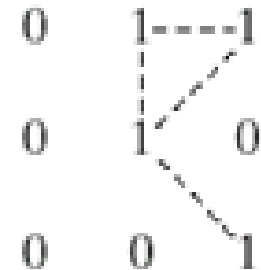
- ▶ **Adjacência-8**: satisfazem  $C_s$  e  $q \in N_8(p)$ ;

- ▶ **Adjacência- $m$  (mista)**:

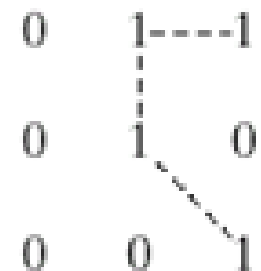
satisfazem  $C_s$  e  $q \in N_4(p)$ ,

ou  $q \in N_D(p)$  e  $N_4(p) \cap N_4(q)$

não possuem pixels que satisfazem  $C_s$ .



Adjacência-8



Adjacência-m

## Caminho digital de $p$ a $q$

---

- ▶ Um ***caminho digital*** ou ***curva digital*** de um pixel  $p(x,y)$  a um pixel  $q(s,t)$  é uma sequência de pixels distintos com coordenadas  $(x_0,y_0), (x_1,y_1), \dots, (x_n,y_n)$ , onde  $(x_0,y_0) = (x,y)$ ,  $(x_n,y_n) = (s,t)$  e os pixels  $(x_i,y_i)$  são adjacentes para  $1 \leq i \leq n$ .
- ▶ Neste caso,  $n$  é o ***comprimento do caminho***.
- ▶ Se  $(x_0,y_0) = (x_n,y_n)$ , o caminho é *fechado*.
- ▶ Pode-se definir *caminho-4*, *caminho-8*, ou *caminho- $m$* , dependendo do tipo de adjacência especificado.

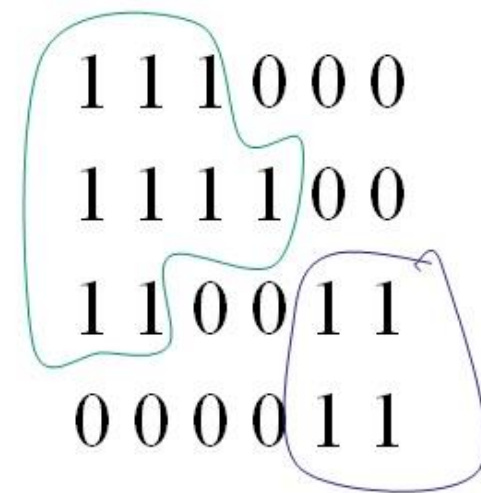
# Conectividade

---

- ▶ Conectividade entre pixels é um conceito importante usado para *estabelecer os limites* dos objetos e as *componentes* de uma imagem.
- ▶ Seja  $S$  um subconjunto de pixels de uma imagem.
  - ▶ Dois pixels  $p$  e  $q$  são ditos *conectados* em  $S$  se existe um *caminho* entre eles consistindo inteiramente de pixels em  $S$ .
  - ▶  $S$  pode conter uma ou mais componentes conectadas (regiões);

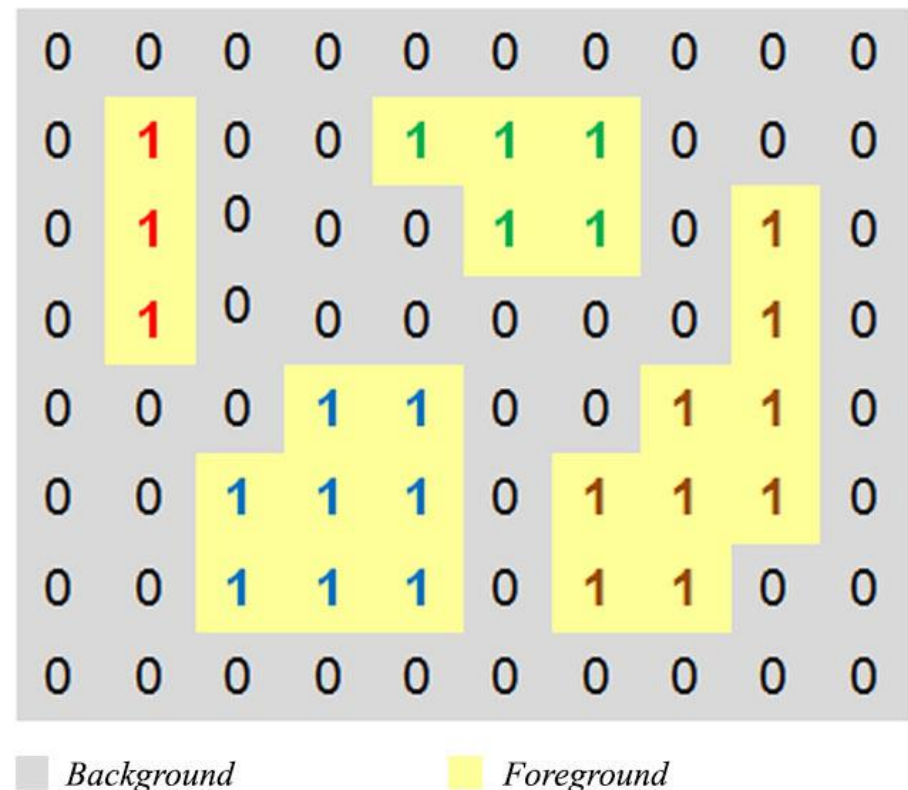
# Região

- ▶ Seja  $R$  um subconjunto de pixels numa imagem.
  - ▶ Chamamos  $R$  de uma *região da imagem* se  $R$  é um *conjunto conectado*.
  - ▶ Duas regiões  $R_i$  e  $R_j$  são chamados *adjacentes* se a sua *união* forma um conjunto conectado.
- ▶ Duas regiões **R1** e **R2** são adjacentes *se pelo menos um pixel de R1 for adjacente a R2*.
  - ▶  $R_1$  e  $R_2$  são adjacentes para adjacência-8, caso contrário elas são disjuntas.



# Foreground e Background

- ▶ Supõe-se que uma imagem contenha  $K$  regiões *disjuntas*, nenhuma tocando a borda;
- ▶ Seja  $Ru$  a união de todas as  $K$  regiões, e seja  $(Ru)^c$  o seu complemento;
- ▶ Chama-se todos os pontos em  $Ru$  de *foreground*, e todos os pontos em  $(Ru)^c$  de *background* da imagem;



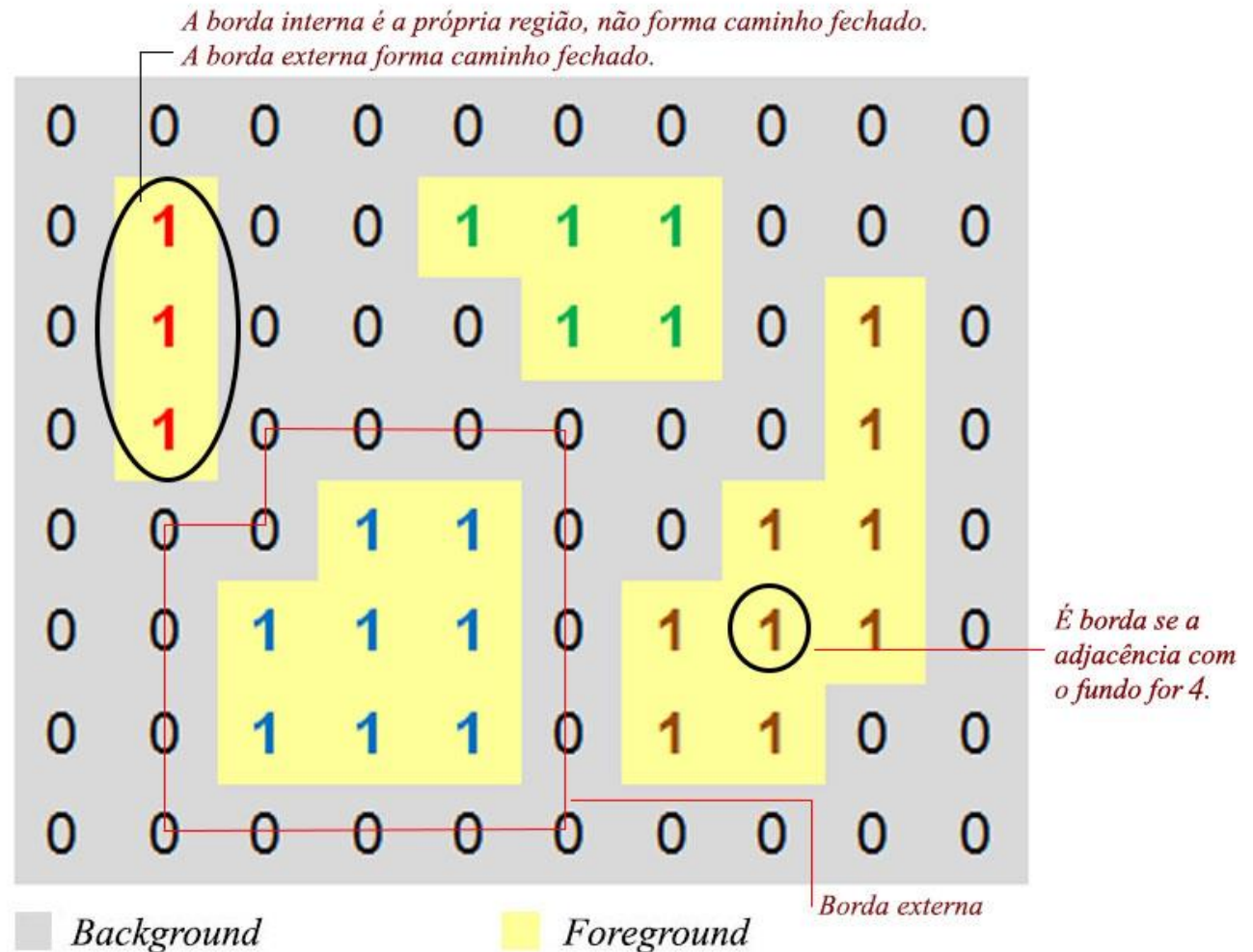
# Contorno ou borda

---

- ▶ O contorno (*boundary*) ou borda (*border*) de uma região  $R$  é o conjunto de pontos que são adjacentes a pontos do complemento de  $R$ , ou seja que tem pelo menos um vizinho *background*.
- ▶ A adjacência deve ser definida para se definir a conectividade;
- ▶ Borda interna da região (*inner border*)  $\times$  borda externa correspondente no background (*outer border*).
- ▶ Se  $R$  for uma *imagem inteira*, a sua borda é definida como o conjunto de pixels das suas *primeira e última linhas e colunas*. Esta definição é necessária porque uma imagem não tem vizinhos além da borda.

# Contorno ou borda

## ► Exemplo:



# Medidas de distância

---

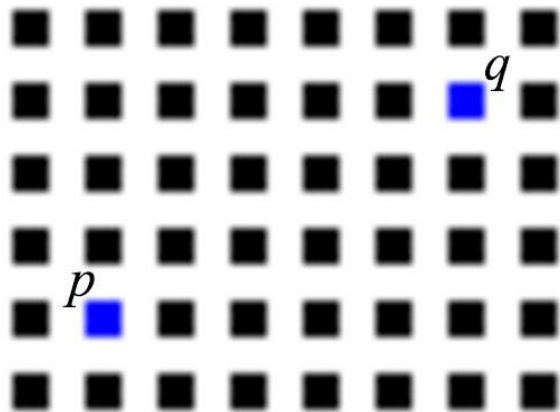
- ▶ Para pixels  $p$ ,  $q$  e  $z$ , com coordenadas  $(x,y)$ ,  $(s,t)$  e  $(v,w)$  respectivamente,  $D$  é uma função de distância ou métrica se:
  - ▶  $D(p,q) \geq 0$  (não-negatividade)
  - ▶  $D(p,q) = 0$  se e somente se  $p=q$  (identidade)
  - ▶  $D(p,q) = D(q,p)$  (simetria)
  - ▶  $D(p,z) \leq D(p,q) + D(q,z)$  (desigualdade triangular)
- ▶ A ***distância euclidiana*** entre  $p$  e  $q$  é definida por
  - ▶  $D_e(p,q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]^{1/2}$



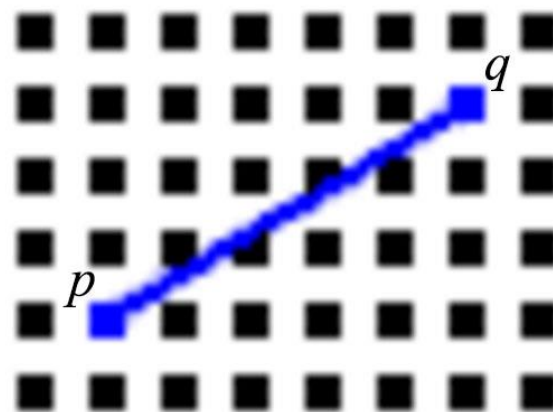
# Medidas de distância

- ▶ A ***Distância Euclidiana*** entre  $p$  e  $q$  é definida por:

$$D_e(p, q) = \sqrt{(x + s)^2 + (y + t)^2}$$



*Dois pixels, p e q*



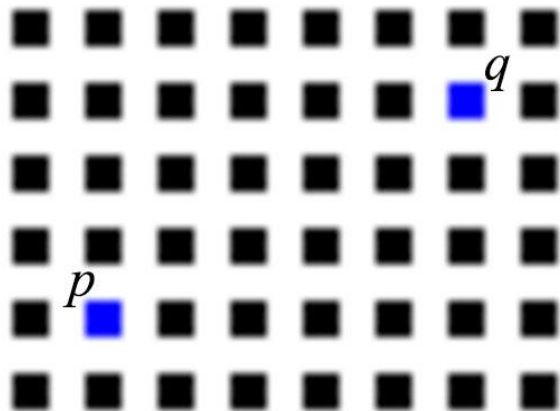
*Distância Euclidiana  
entre p e q*

- ▶ Considera-se que os pixels que possuem distância de  $(x,y)$  menor ou igual a um valor  $r$  são os pontos contidos em um disco de raio  $r$  centrado em  $(x,y)$ .

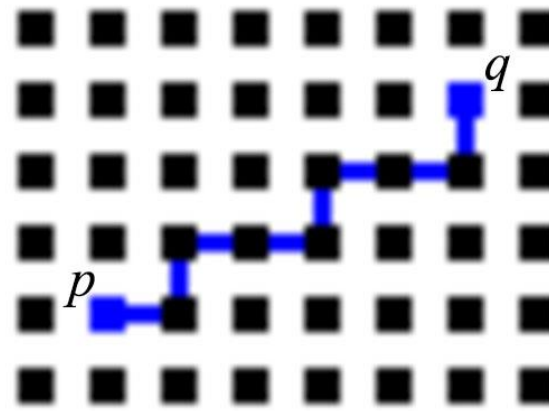
# Medidas de distância

- ▶ A ***Distância City-Block*** entre  $p$  e  $q$  é definida por:

$$D_4(p, q) = |x - s| + |y - t|$$



*Dois pixels, p e q*



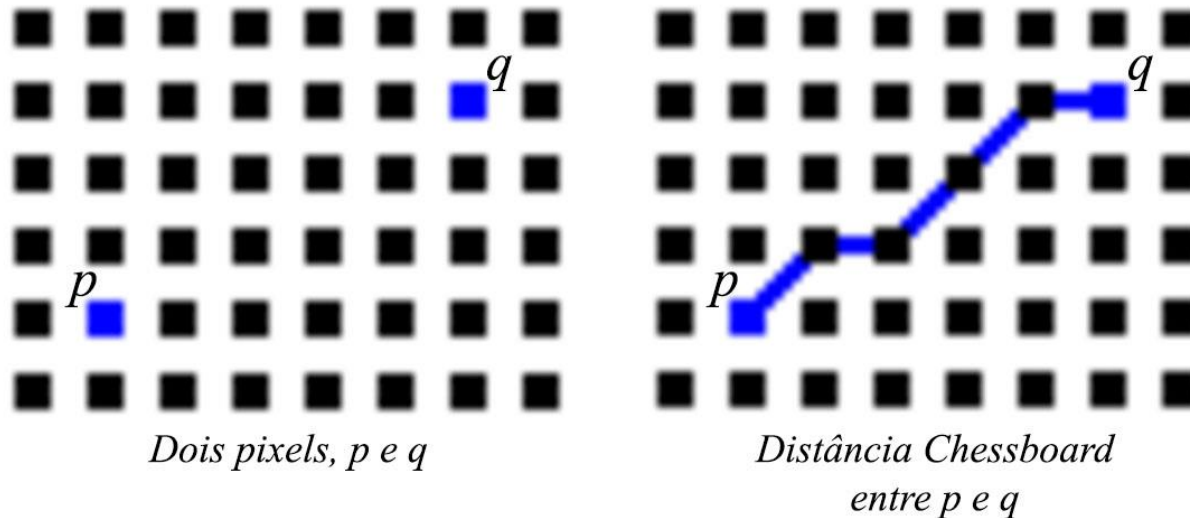
*Distância City-Block  
entre p e q*

- ▶ Considera-se que para chegarmos a um pixel é necessário percorrer o espaço utilizando apenas linhas retas, sem considerar a diagonal (vizinhança-4 e conectividade).

# Medidas de distância

- ▶ A ***Distância Chessboard*** entre  $p$  e  $q$  é definida por:

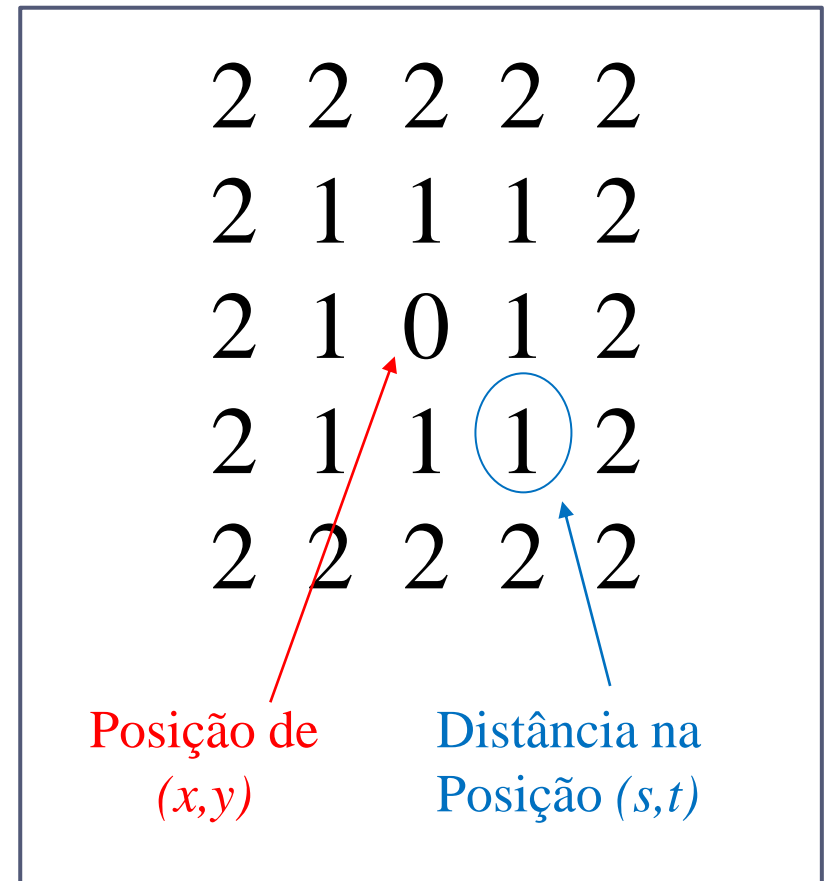
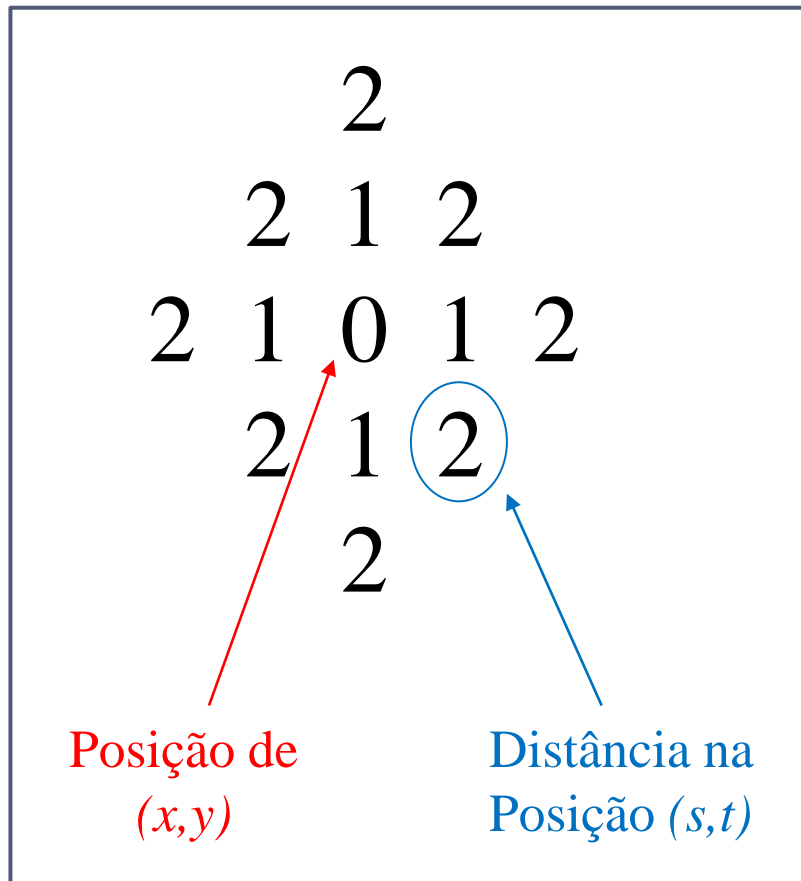
$$D_8(p, q) = \max\{|x - s| + |y - t|\}$$



- ▶ É similar à City-Block, porém considerando a vizinhança-8, ou seja, utilizando também as diagonais.

# Medidas de distância

## *Distâncias City-Block*   $\times$   *Chessboard*



# PRÁTICA 3

- Criação de imagem
- Aplicação de efeito
- Separação de grãos
- Rotular componentes conectados
- Identificar regiões
- Contar elementos

Octave:

*comandos find, unique,  
Strcat, int2str.*

Disponível no SIGAA

