

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PDI – Aula 5

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

Relações entre pixels

Vizinhança de um pixel $p(x,y)$

- ▶ *Vizinhança-4* ($N_4(p)$):

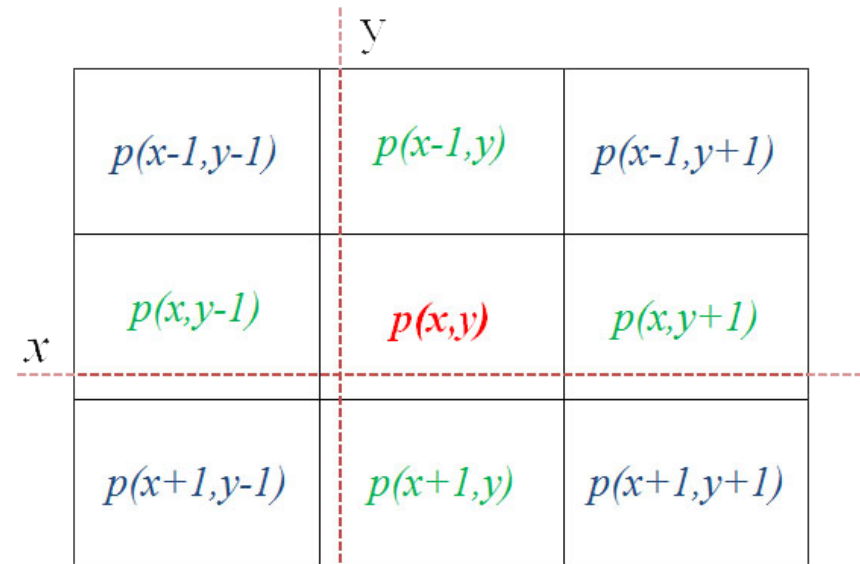
- ▶ $(x-1, y)$, $(x, y-1)$,
 $(x, y+1)$, $(x+1, y)$

- ▶ *Viz. diagonal* ($N_D(p)$)

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

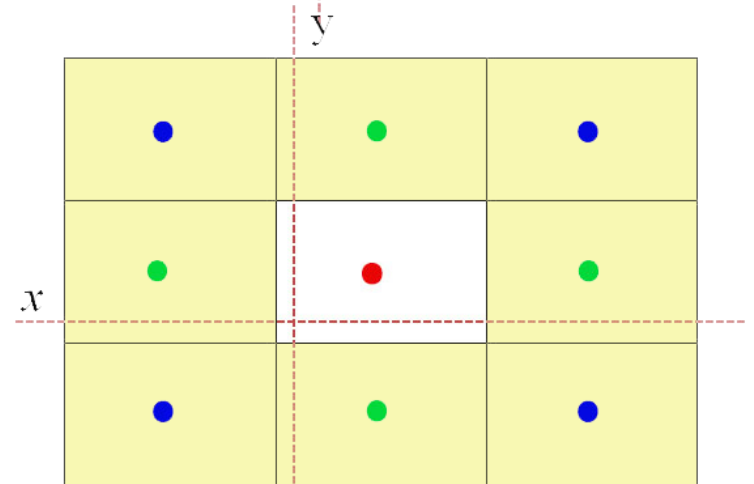
- ▶ *Vizinhança-8* ($N_8(p)$)

- ▶ $N_4(p)$ e $N_D(p)$.



A 3x3 grid representing a neighborhood of pixels. The center pixel is $p(x,y)$ in red. The four orthogonal neighbors are $p(x-1,y)$, $p(x,y-1)$, $p(x,y+1)$, and $p(x+1,y)$ in green. The four diagonal neighbors are $p(x-1,y-1)$, $p(x-1,y+1)$, $p(x+1,y-1)$, and $p(x+1,y+1)$ in blue. Dashed red lines indicate the x and y axes passing through the center.

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



A 3x3 grid representing an 8-neighborhood. The center pixel is $p(x,y)$ in red. The four orthogonal neighbors are green, and the four diagonal neighbors are blue. All other cells are yellow. Dashed red lines indicate the x and y axes passing through the center.

		y		
	•	•	•	
x	•	•	•	
	•	•	•	

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 $q \in N_4(p)$;

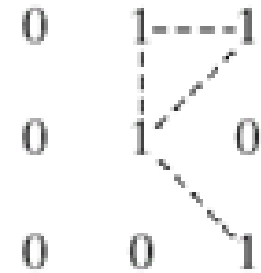
- ▶ **Adjacência-8**: satisfazem C_s e $q \in N_8(p)$;

- ▶ **Adjacência- m (mista)**:

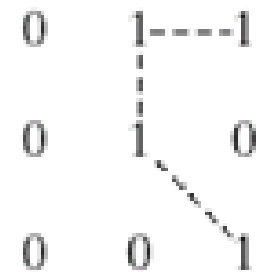
satisfazem C_s e $q \in N_4(p)$,

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

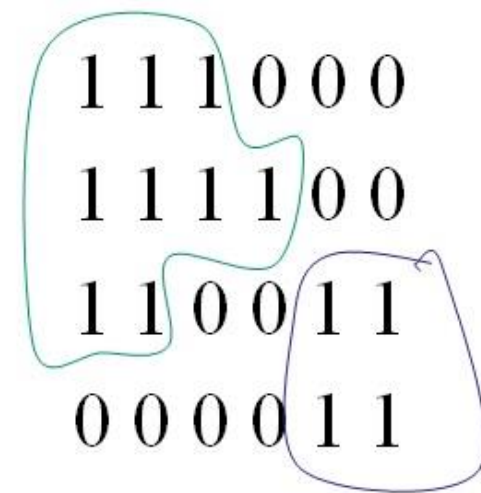
- ▶ Um ***caminho digital*** ou ***curva digital*** de um pixel $p(x,y)$ a um pixel $q(s,t)$ é uma sequência de pixels distintos com coordenadas $(x_0,y_0), (x_1,y_1), \dots, (x_n,y_n)$, onde $(x_0,y_0) = (x,y)$, $(x_n,y_n) = (s,t)$ e os pixels (x_i,y_i) são adjacentes para $1 \leq i \leq n$.
- ▶ Neste 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);

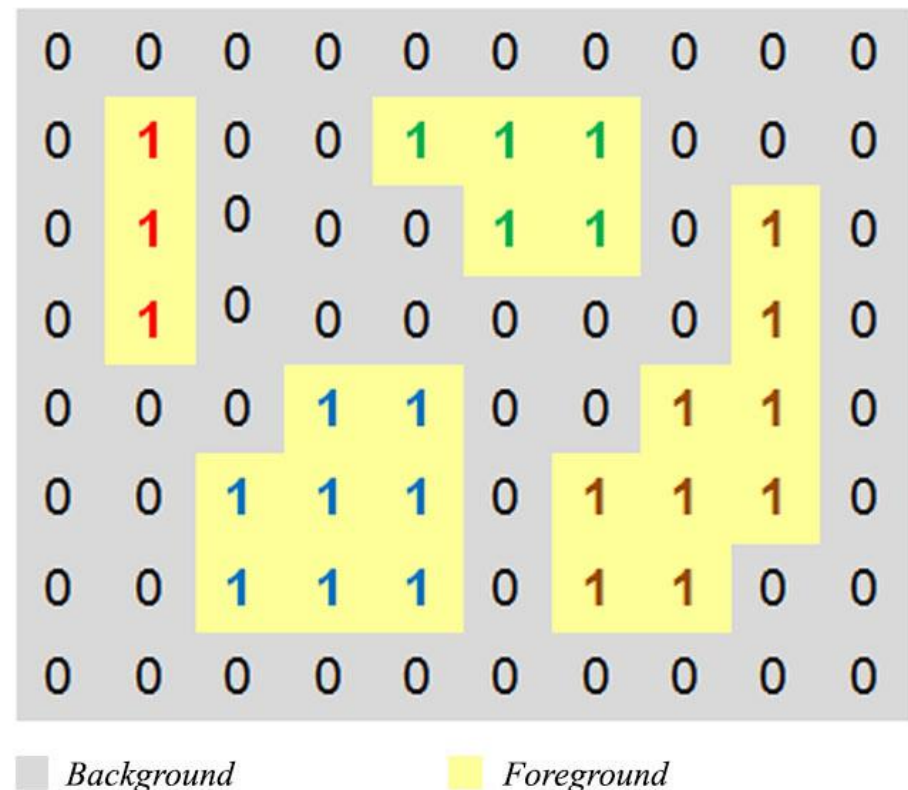
Região

- ▶ 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;

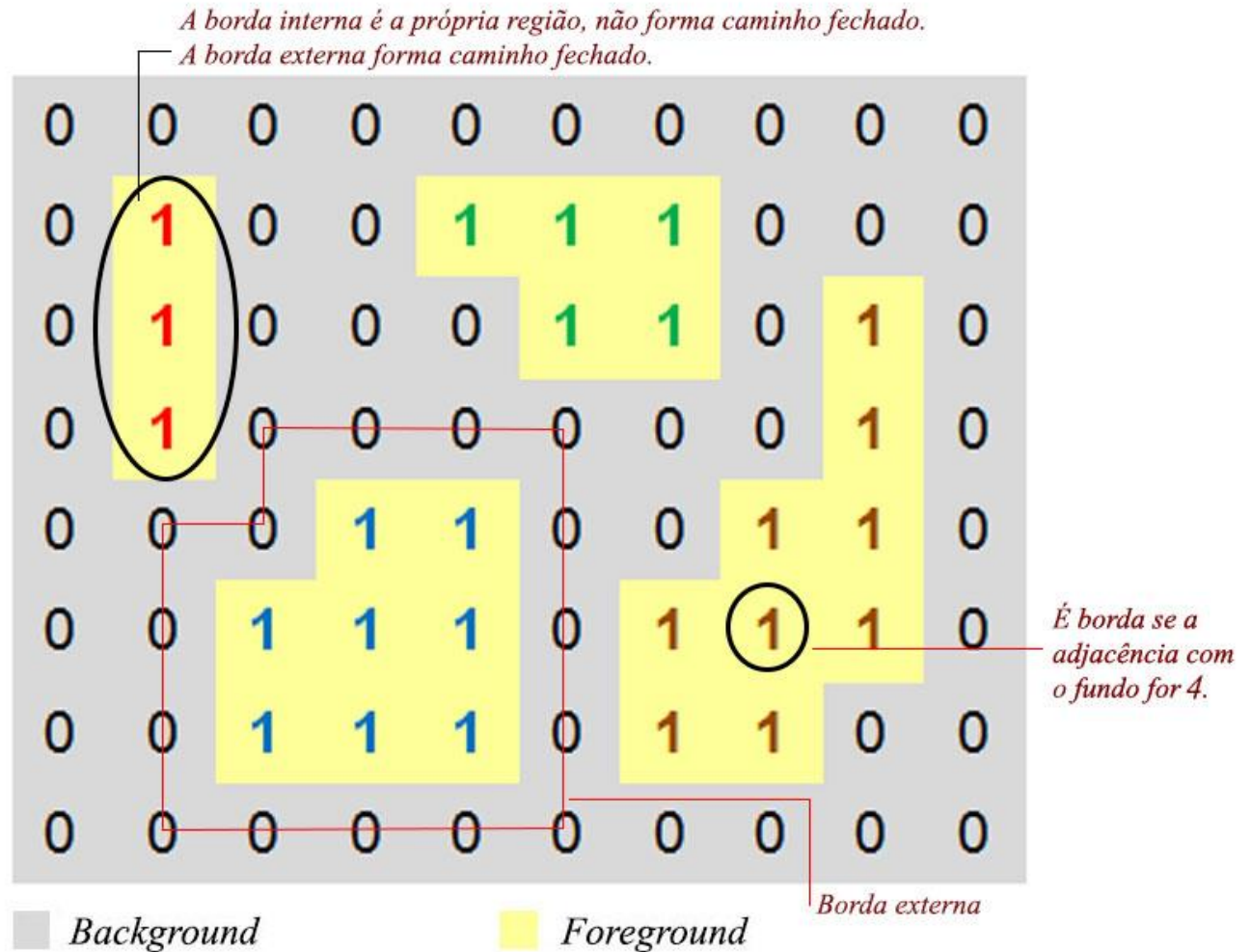


Contorno ou borda

- ▶ 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:



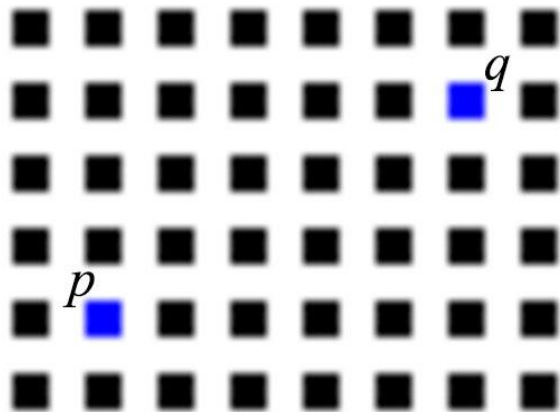
Medidas de distância

- ▶ 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
 - ▶ $D_e(p,q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]^{1/2}$

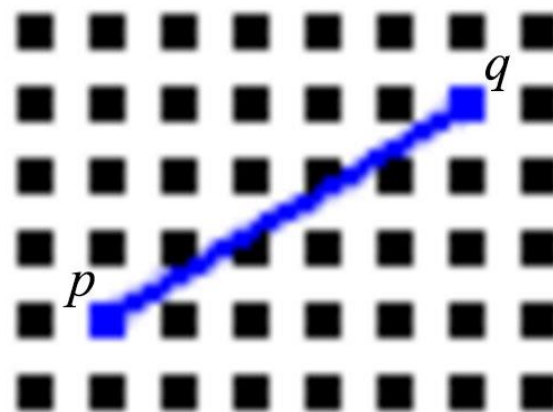
Medidas de distância

- ▶ 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



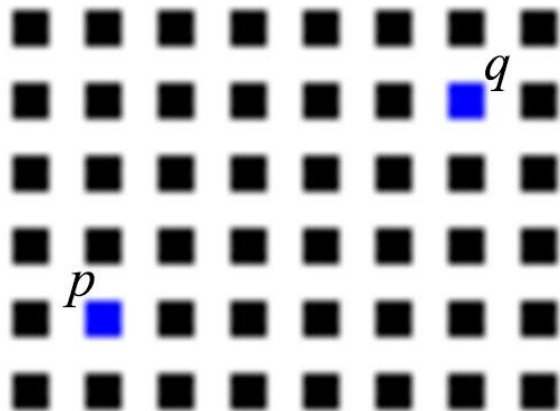
*Distância Euclidiana
entre p e q*

- ▶ 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) .

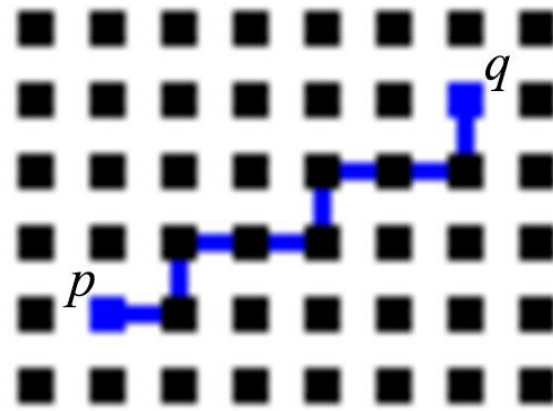
Medidas de distância

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

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



Dois pixels, p e q



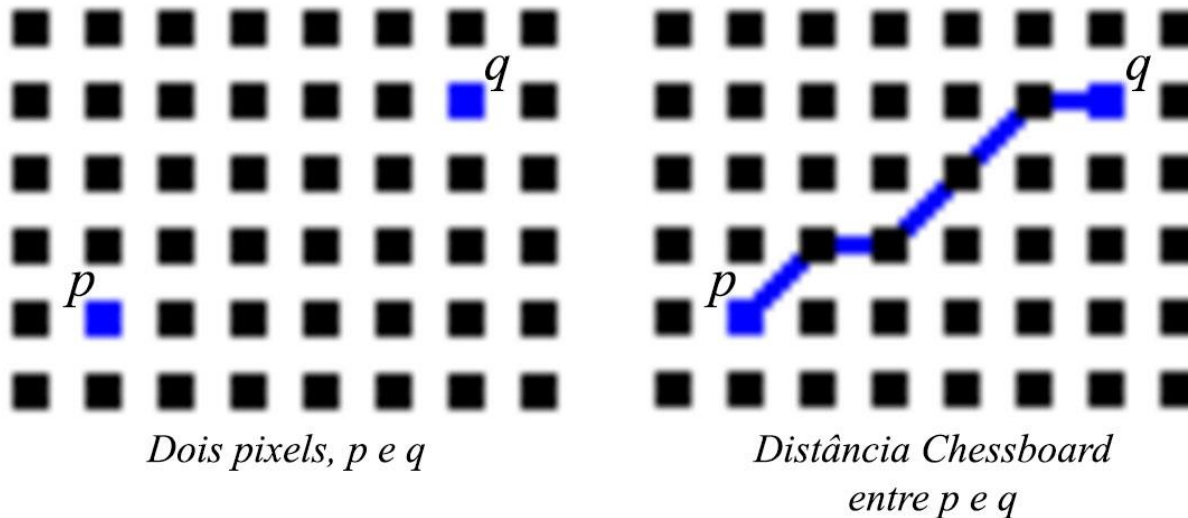
*Distância City-Block
entre p e q*

- ▶ 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:

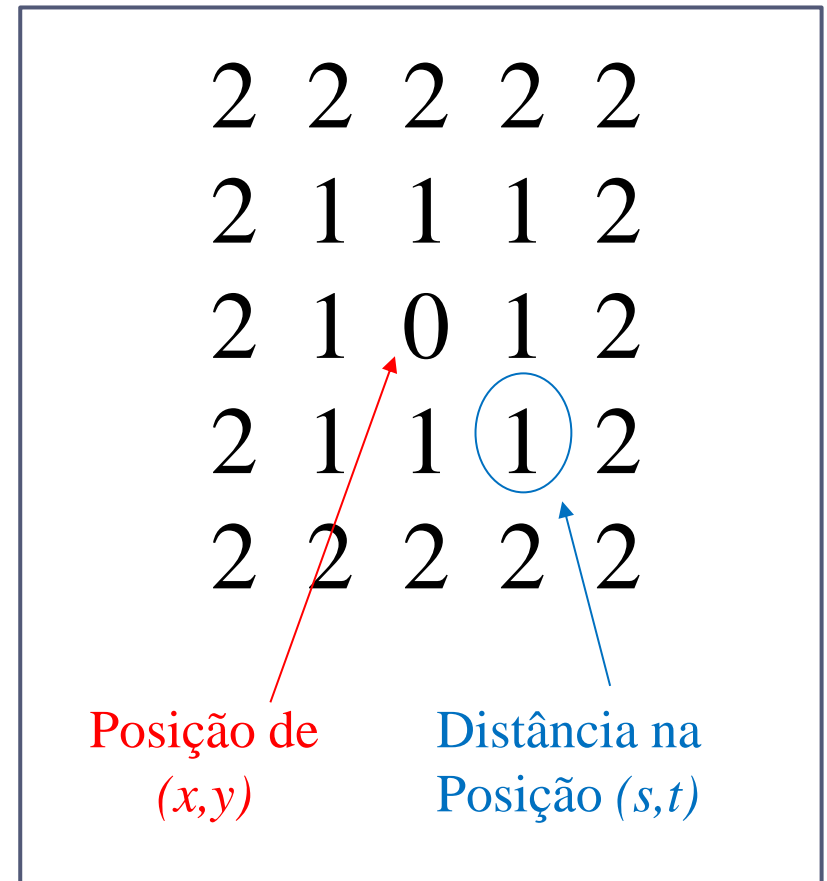
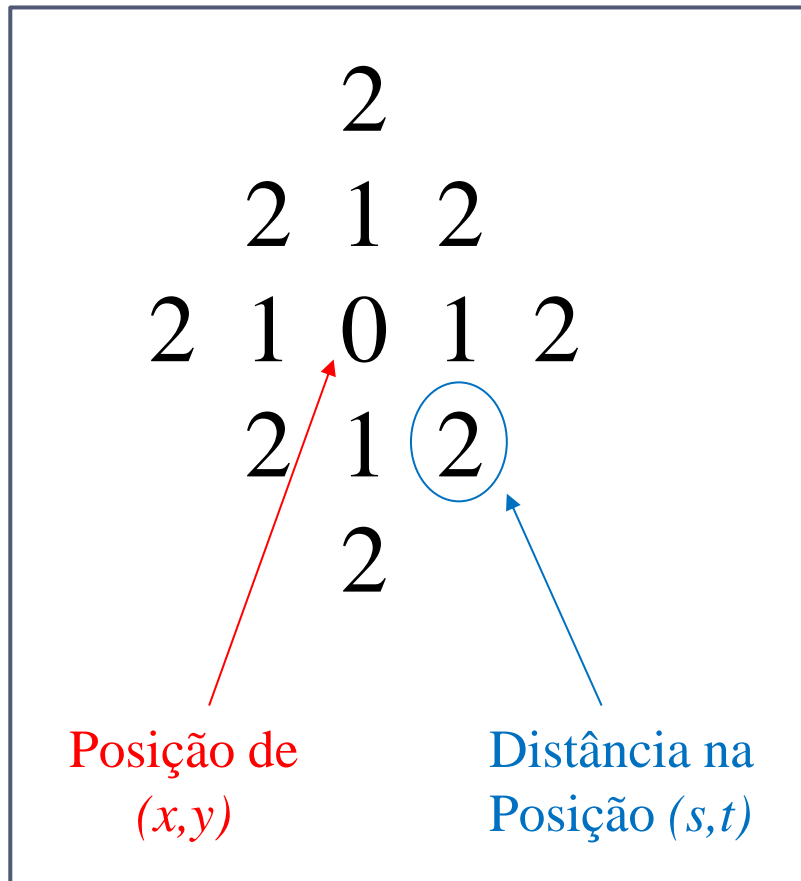
$$D_8(p, q) = \max\{|x - s| + |y - t|\}$$



- ▶ 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 4

Rotular componentes conectados

Identificar regiões

Contar elementos

Octave:

*comandos find, unique,
Strcat, int2str.*

Disponível no SIGAA

