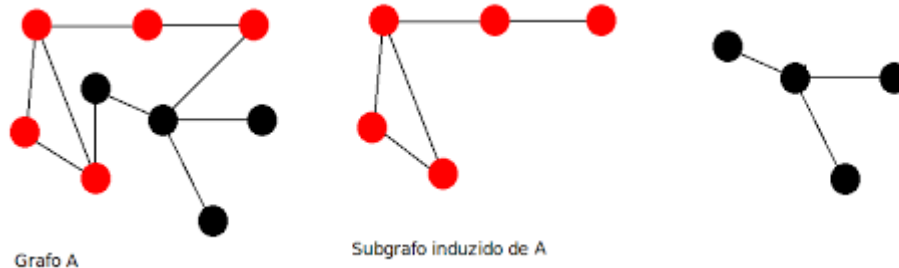


Componentes conexos

Vizinhança de Pixel

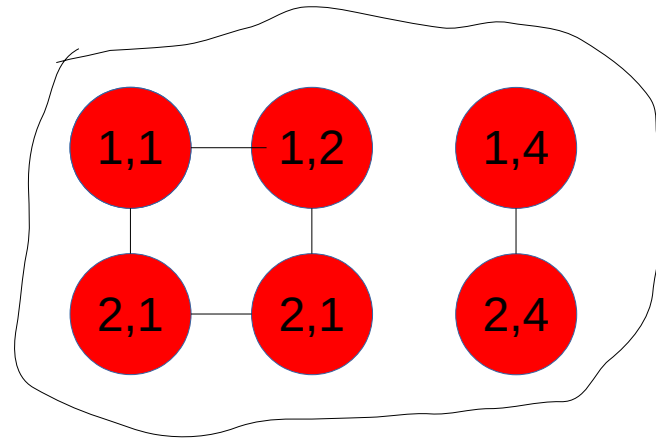
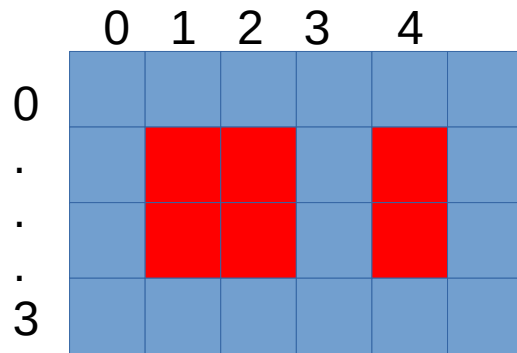
Da teoria de grafos, para um grafo não direcionado:

- Um grafo é conexo se existe um caminho entre qualquer par de seus vértices, caso contrário ele é chamado desconexo;
- Um componente conexo é um subgrafo conectado que não faz parte de nenhum subgrafo conectado maior;
- Os componentes conexos particionam os vértices de um grafo em conjuntos disjuntos e são os subgrafos induzidos desses conjuntos.

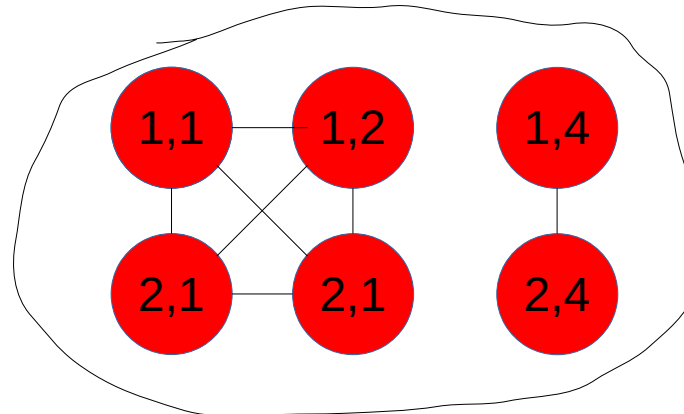


- Cada componente conexo é um subgrafo induzido conexo, portanto, existe um caminho entre qualquer par de vértices dentro do componente conexo.

Uma imagem pode ser entendida como um grafo contendo componentes:



??  
?



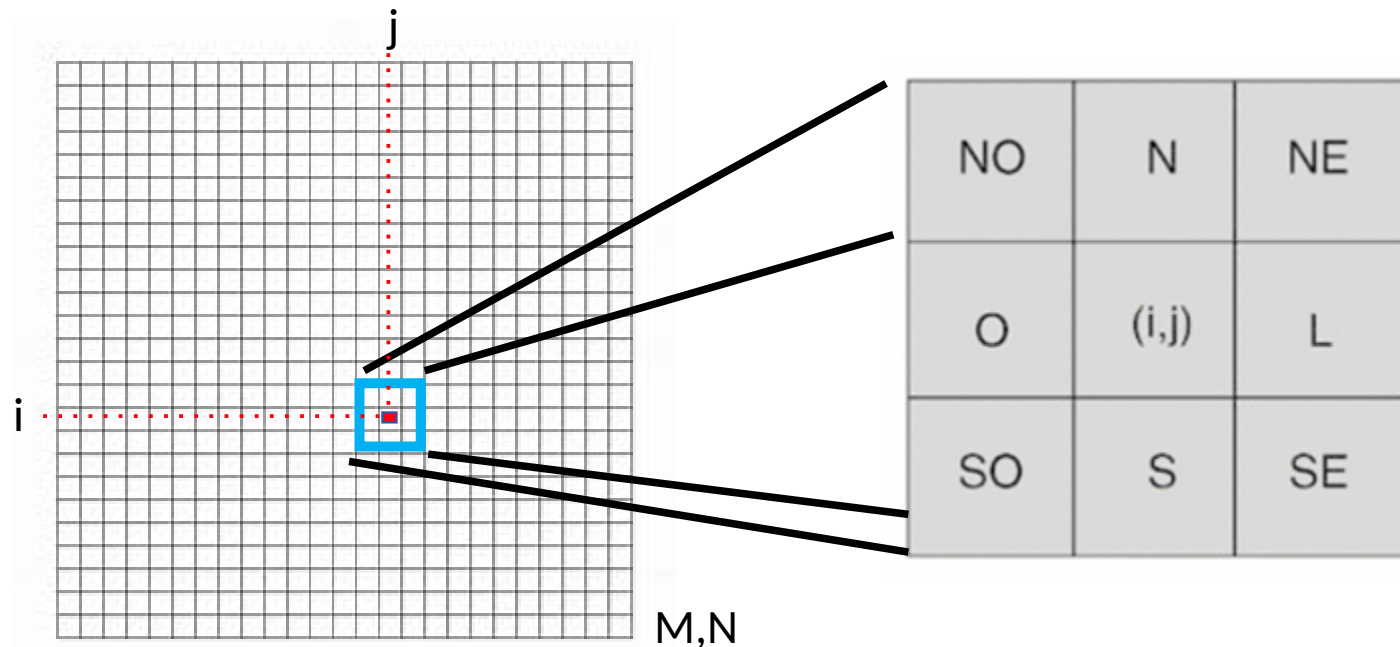
??  
?

Qual seria a melhor representação?

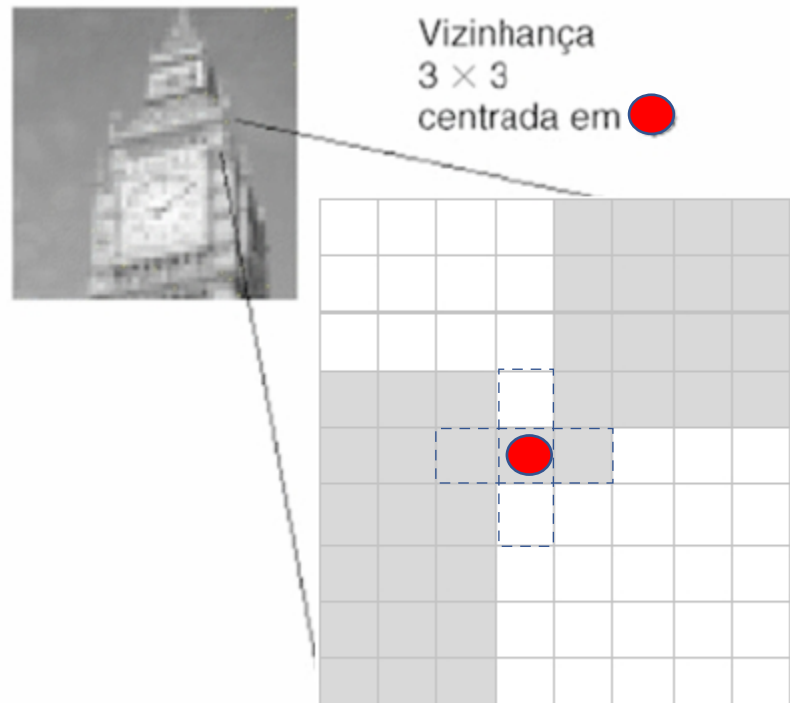
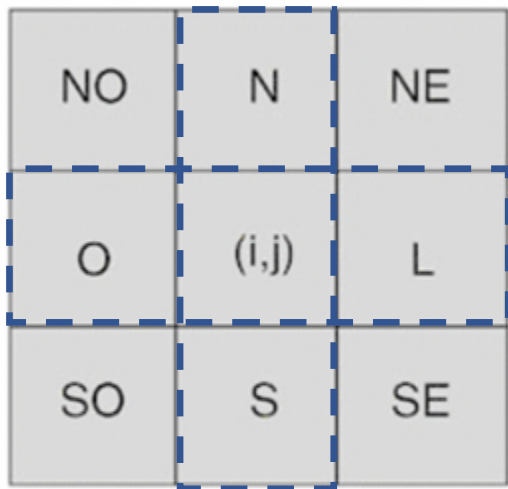
Isso depende do conceito de vizinhança de pixels.

(A discussão pode ser adaptada para imagens não binárias)

- No processamento de imagens, muitas operações usam o conceito de vizinhança de imagem local para definir uma área de interesse;
- Na figura abaixo, uma vizinhança 3x3 é definida no entorno de um pixel  $(i,j)$ ;
  - As coordenadas dos pixels do entorno podem ser facilmente calculadas a partir de  $(i,j)$ :
    - NO  $(i-1,j-1)$ ;
    - N  $(i-1,j)$ ;
    - NE  $(i-1,j+1)$ ;
    - O  $(i,j-1)$ ;
    - L  $(i,j+1)$ ;
    - SO  $(i+1,j-1)$ ;
    - S  $(i+1,j)$ ;
    - SE  $(i+1,j+1)$ ;

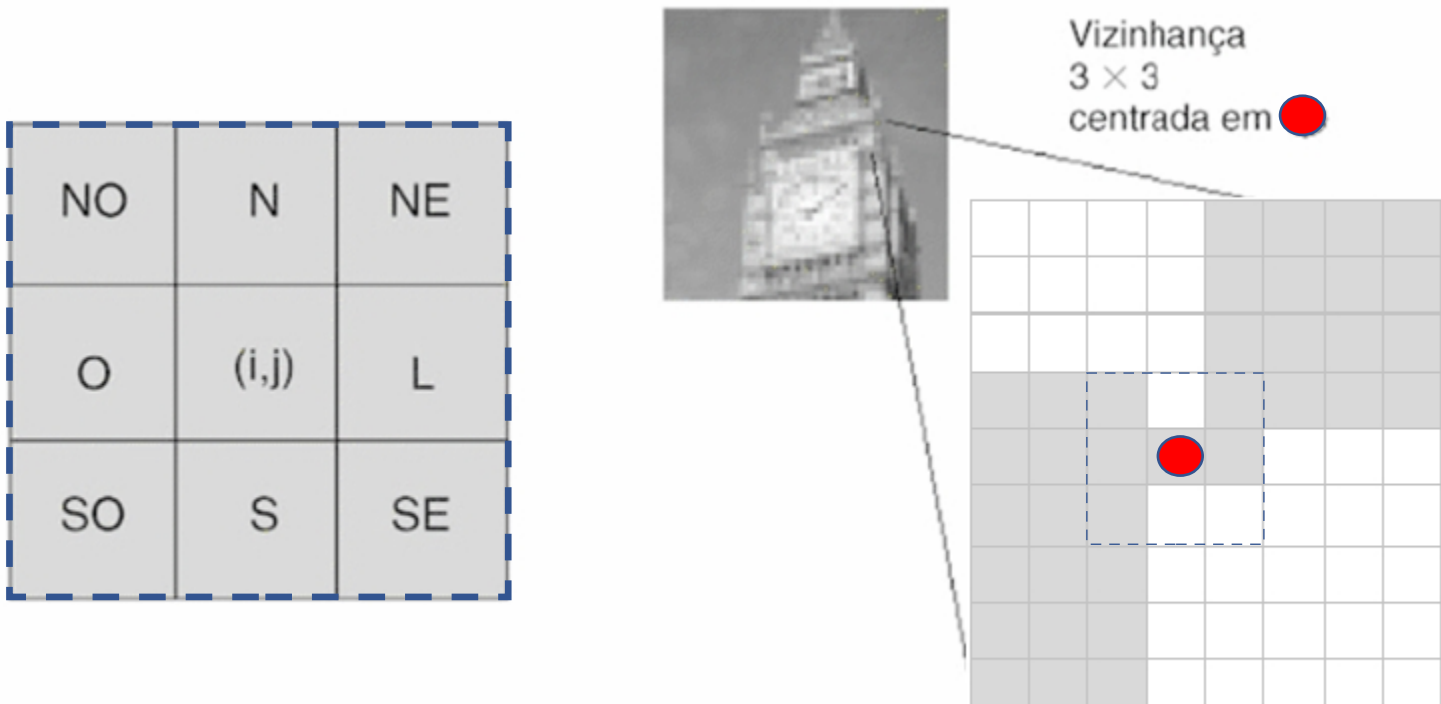


- Aspecto central na definição de vizinhança local é o conceito de conectividade de pixels, ou seja, a determinação de quais pixels estão conectados a outros;
- Na Figura abaixo:
  - Conectividade 4: somente os pixels que se encontram ao N, O, L, S do pixel em questão estão conectados.



**Figura 4.1** Conectividade de vizinhança (à esquerda) e um exemplo de uma vizinhança  $3 \times 3$  centrada em uma posição específica de pixel da imagem.

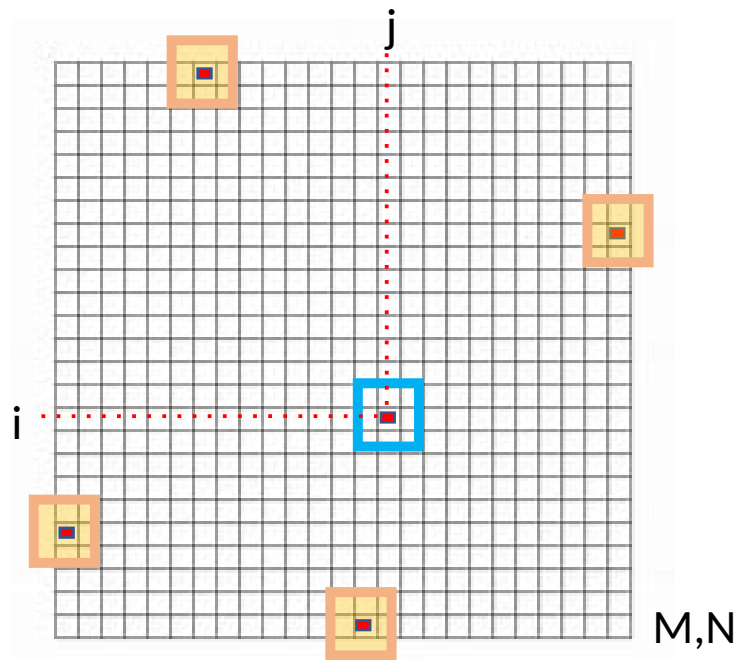
- Aspecto central na definição de vizinhança local é o conceito de conectividade de pixels, ou seja, a determinação de quais pixels estão conectados a outros;
- Na Figura abaixo:
  - Conectividade 4 (cruz): somente os pixels que se encontram ao N, O, L, S do pixel em questão estão conectados;
  - Conectividade 8: inclui os pixels nas diagonais: pixels ao N, NO, O, NE, SE, L, SO, S o pixel em questão.



**Figura 4.1** Conectividade de vizinhança (à esquerda) e um exemplo de uma vizinhança  $3 \times 3$  centrada em uma posição específica de pixel da imagem.

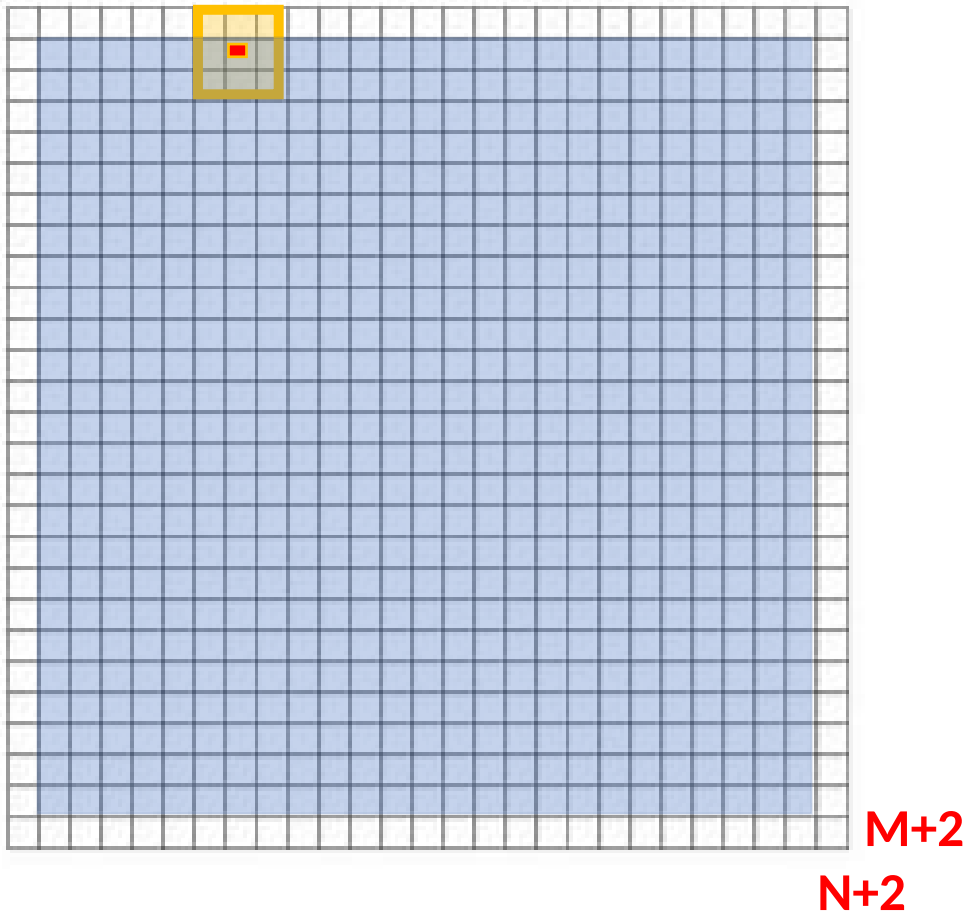
Cuidado especial deve ser tomado nas bordas da imagem, quando:

- Primeira linha ( $i=0, 0 \leq j \leq N$ )
- Última linha ( $i=M, 0 \leq j \leq N$ )
- Primeira coluna ( $0 \leq i \leq M, j=0$ )
- Última coluna ( $0 \leq i \leq M, j=N$ )



NO	N	NE
O	(i,j)	L
SO	S	SE

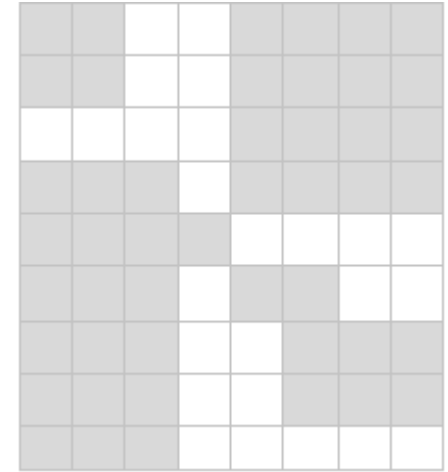
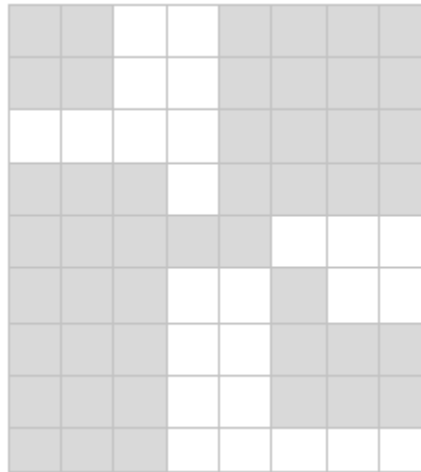
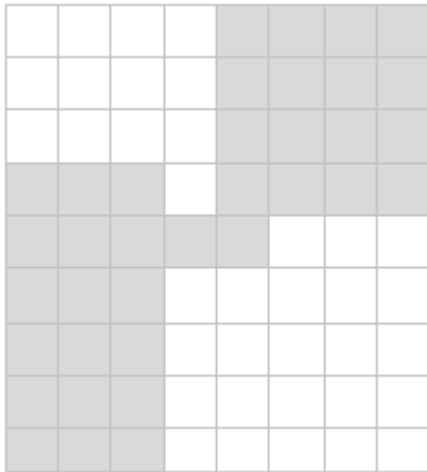
- Uma maneira simples e eficiente (evita testes condicionais – If... then...) de tratar o problema de  $(i,j)$  nas bordas consiste em acrescentar temporariamente uma moldura de zeros no entorno da imagem original:



NO	N	NE
O	$(i,j)$	L
SO	S	SE



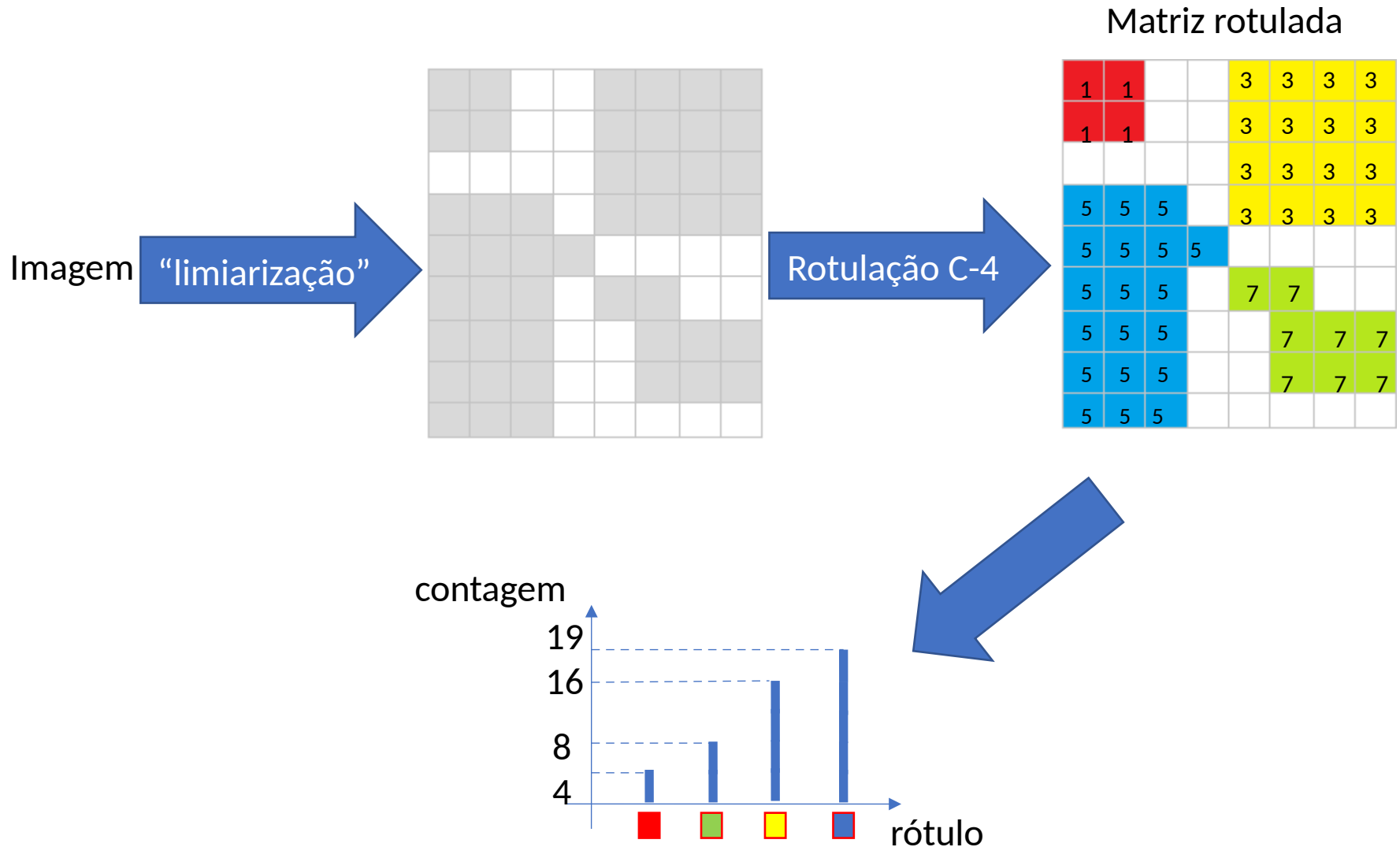
- Um conjunto conexo é um objeto composto por pixels conectados entre si com base em algum conceito de conectividade (4 ou 8). Calcule quantos conjuntos conexos existem para os casos abaixo Considerando:
  1. Objetos de interesse como pixels escuros nas figuras;
  2. Janela de tamanho 3x3;
  3. Levando em conta a conectividade-4 e a conectividade-8.



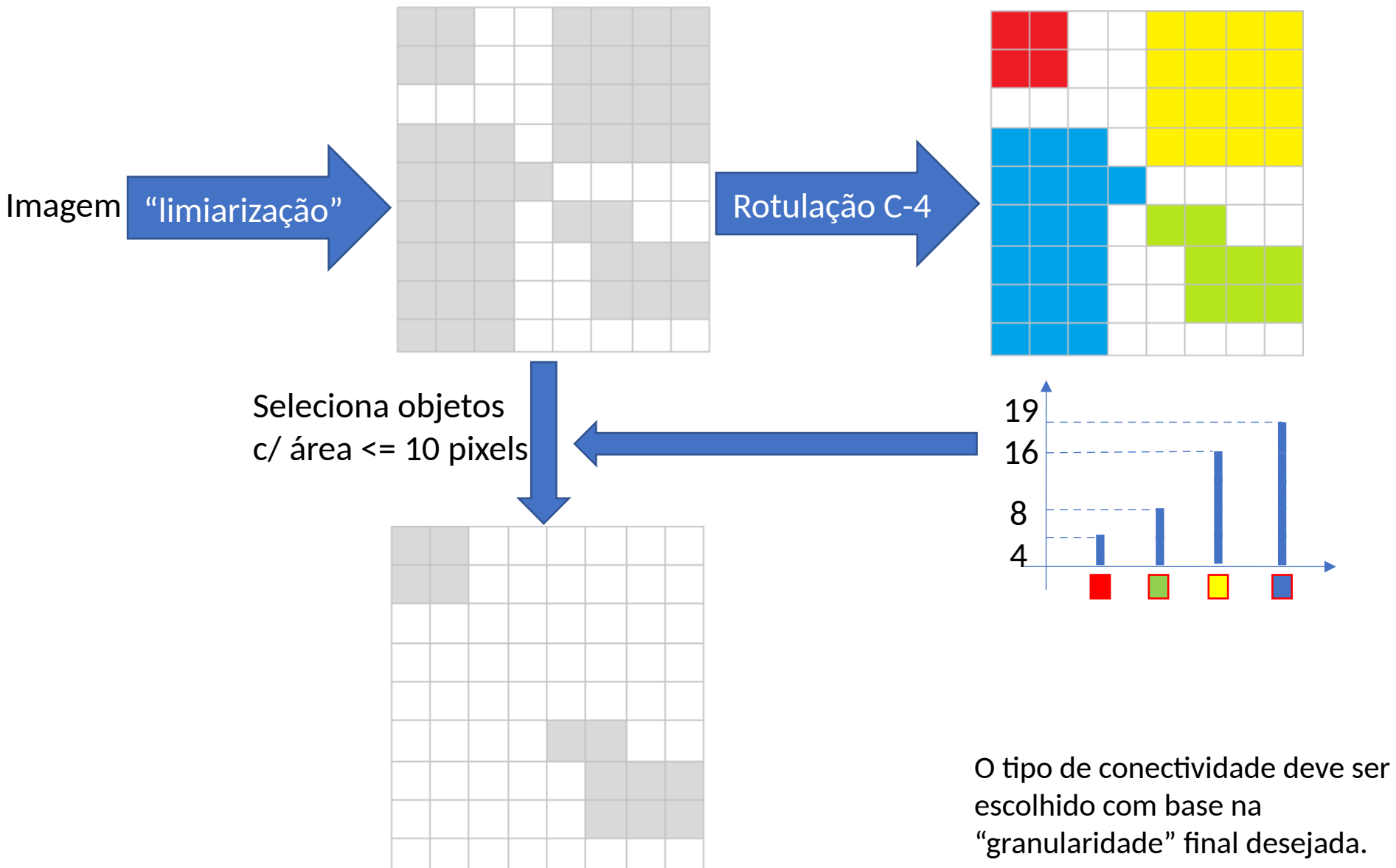
Uma aplicação básica da análise de componentes conexos é a rotulação por área, vista a seguir.

OBS: A textura, a cor, ou outros aspectos que definem uma similaridade, também, podem ser usados na determinação da vizinhança e conexão entre pixels.

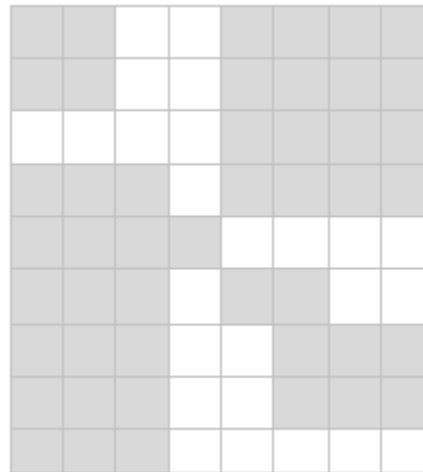
- Aplicações diretas do conceito de conectividade sobre imagens binárias:
  - **Rotulação e contagem** de componentes conectados. O tipo de conectividade é parâmetro fornecido previamente.



- Aplicações diretas do conceito de conectividade sobre imagens binárias:
  - **Segmentação por área:** rotulação e contagem seguida de uma seleção do(s) objeto(s) de interesse segundo uma área (em pixels) pré-determinada.

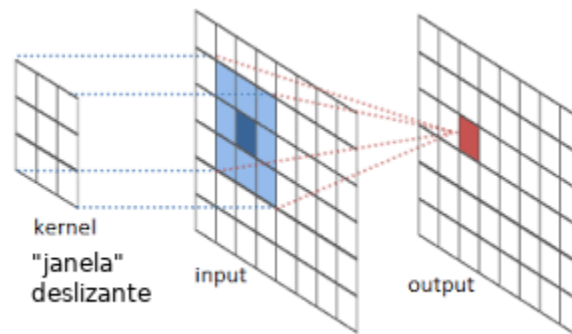


- Aplicações diretas do conceito de conectividade sobre imagens binárias:
  - A imagem binária pode ser entendida como um grafo e cada conjunto conexo sendo um subgrafo;
  - A rotulação consiste, por exemplo, em realizar uma DFS (Depth-first search) sobre cada componente conexo e marcar cada componente com um rótulo distinto;
  - Essa DFS é regida pelo conceito de vizinhança (4 ou 8) pré-determinado



Exercício: implemente em Python a função `newNeighborhood(i,j,type)` que a partir da localização  $(i,j)$  do centro de uma janela  $N \times N$  ( $N$  ímpar), retorna os parâmetros para o acesso aos vizinhos de um pixel  $(i,j)$ . *Type* é o tipo de vizinhança: vizinhança quatro ou vizinhança oito;

- A ideia é poder utilizar os parâmetros para processar os pixels da imagem sob vizinhança determinada por *newNeighborhood(...)*;
- Usualmente, a vizinhança é redefinida a cada *pixel(i,j)* da imagem de entrada, de onde vem o termo “janela deslizante” para descrever o processamento baseado nessa técnica.
- O parâmetro  $(i,j)$  é a coordenada do centro da janela/vizinhança;



- Além da aplicação em rotulação, há outras utilidades para as janelas delimitadoras de regiões.
- Exemplo: a convolução discreta para aplicação de filtros em imagens digitais
- Veremos na próxima aula.