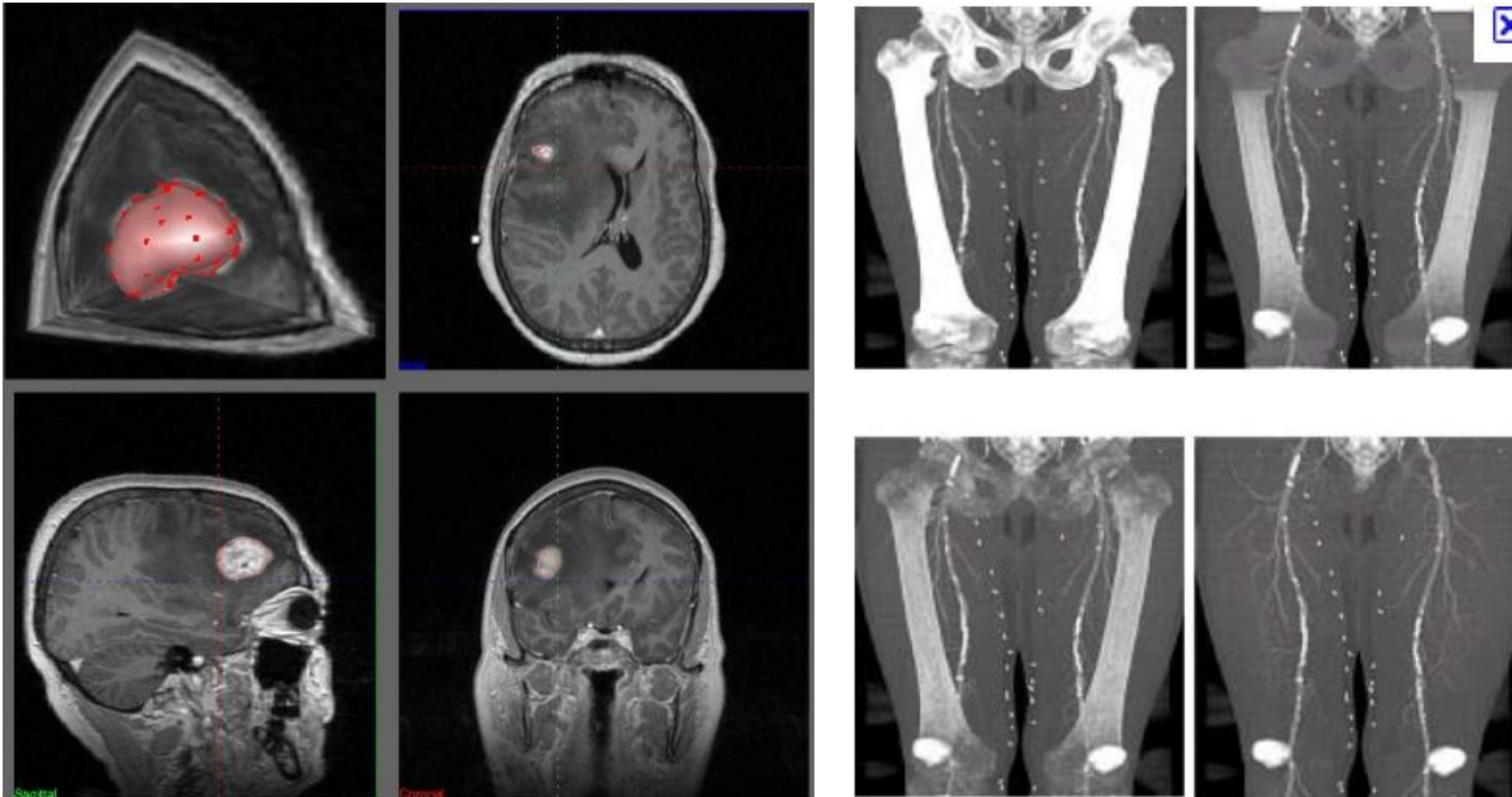


Tópico 09: Segmentação de Imagens

Prof. Dr. Matheus Cardoso Moraes

O que é segmentação

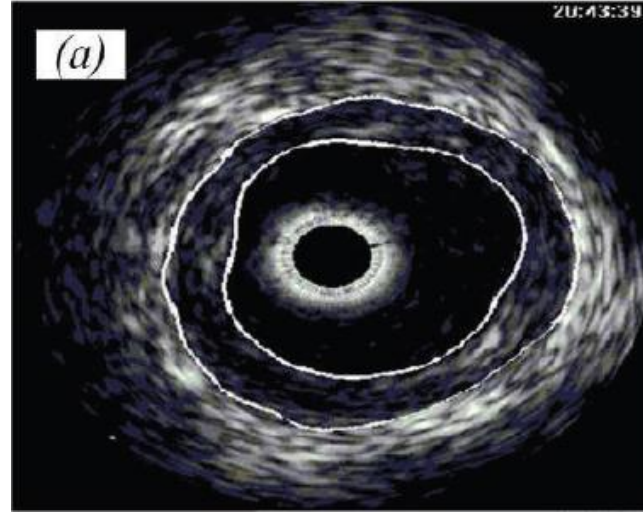
- Processo de reconhecer, delinear e/ou isolar objetos de interesse em uma imagem.



Qual a importância da segmentação

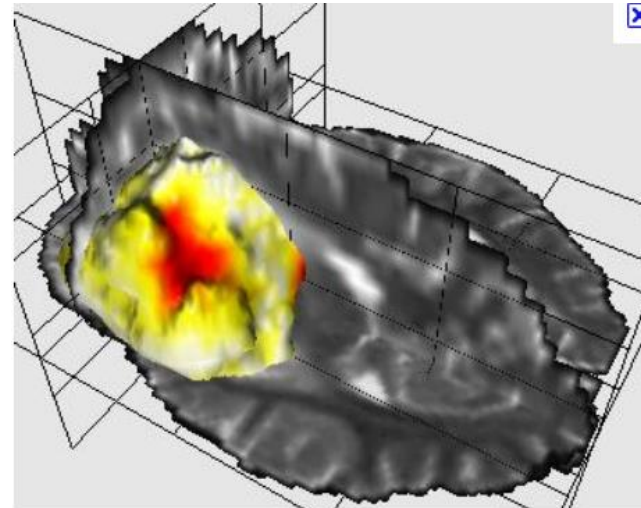
- Importância?

- Permite quantificar informações do objeto em estudo (Diâmetro, Perímetro, Área, Formato, etc).
- Importante para alinhamentos
- Primeiro passo para reconstrução 3D



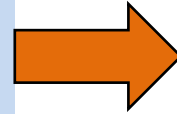
- Benefícios?

- Fornece Diagnósticos mais precisos.
- Ajuda no Planejamento e acompanhamento da Terapia.



Como pode ser feita a segmentação

- Completamente Manual.
- Semiautomática.
 - Inicializado por semente .
 - Inicializada por contorno aproximado.
- Completamente Automática.



- **informações Baseada nas :**
- Intensidade (Textura - histograma)
- Região (Textura e conectividade)
- Borda (Transições bem definidas)

Informações para a segmentação

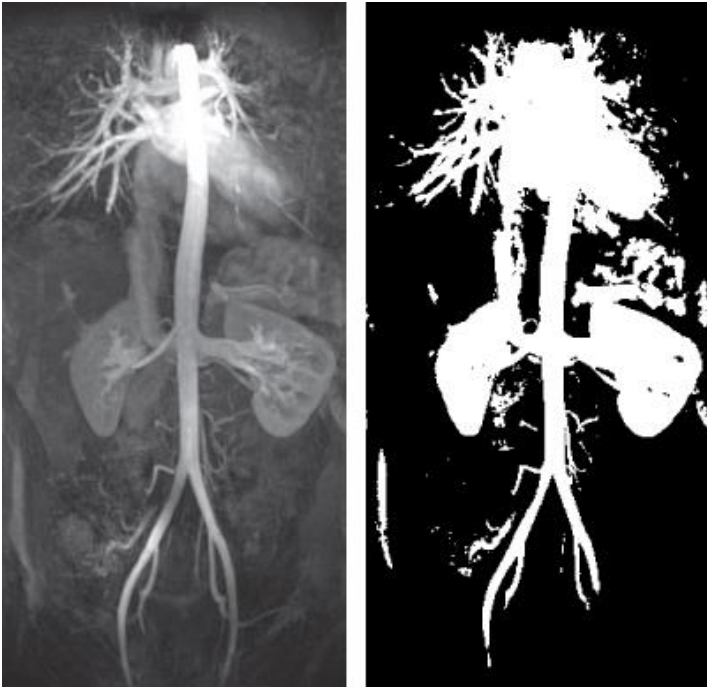
- **informações Baseada na:**
- **Intensidade**
 - Usada quando a intensidade da região desejada é muito diferente do restante da imagem, podendo ser isolada diretamente por limiar de intensidade.



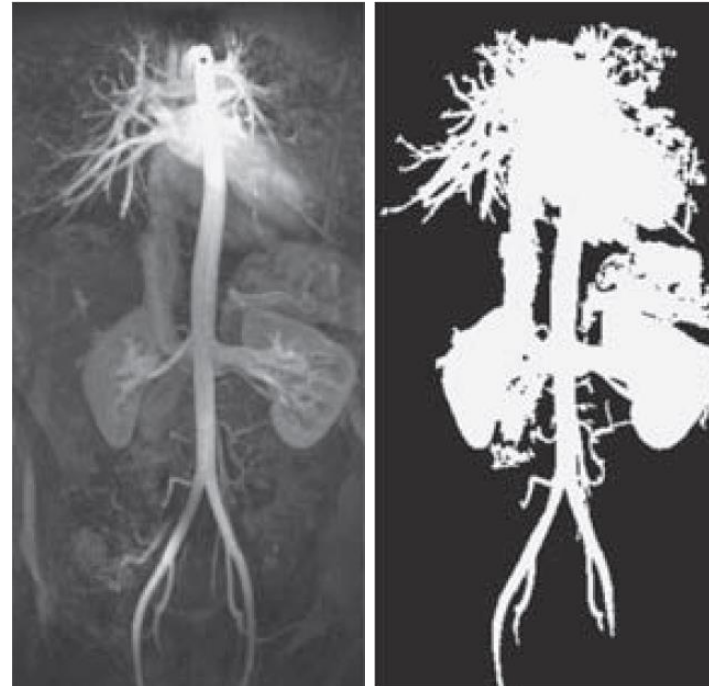
Informações para a segmentação

- **informações Baseada na:**
- Região (Textura e conectividade)
 - Usada quando a textura da região desejada possui padrões de intensidades definidos, com variância conhecida e pixels conectados.

Só por intensidade

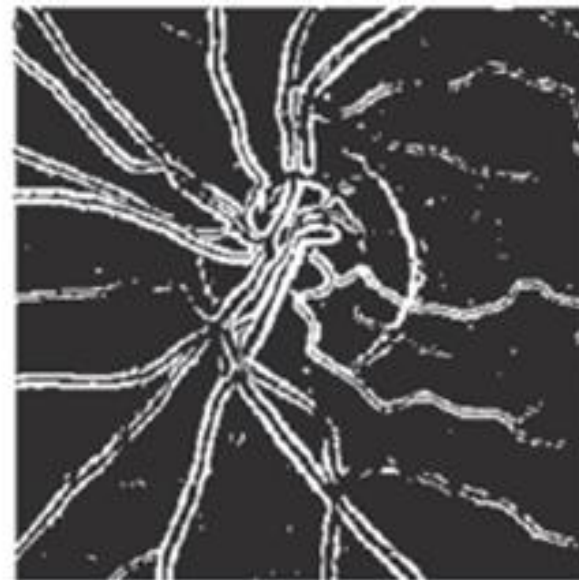
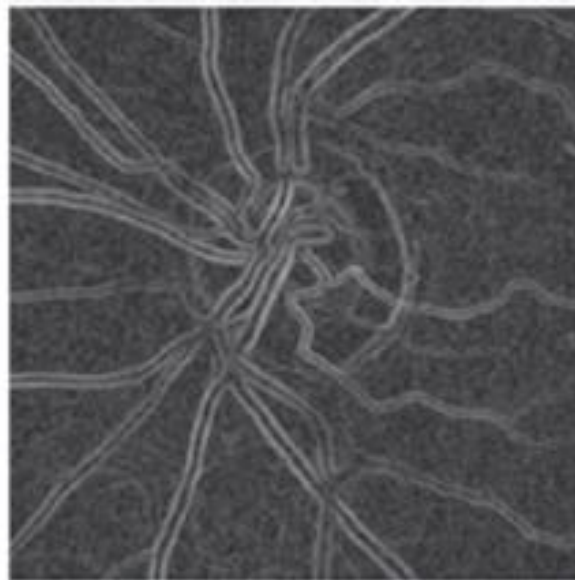


Intensidade e Conectividade



Informações para a segmentação

- **informações Baseada na:**
- Borda (Transições bem definidas)
 - Usada quando as bordas são bem definidas e regiões sem textura padrão.



Segmentação Completamente Manual

– Como é feita?

- Um operador usando ferramentas apropriadas delinea manualmente as regiões de interesse.

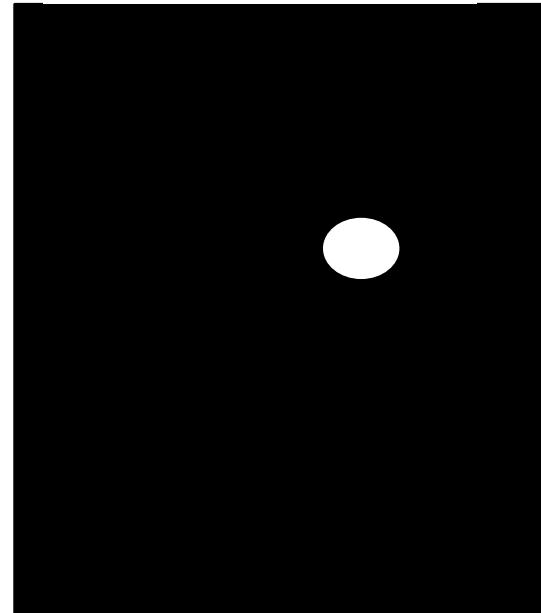
Imagem



Objeto
delineado



Objeto
isolado



Segmentação Completamente Manual

– Vantagens:

- Maior controle.

– Desvantagem:

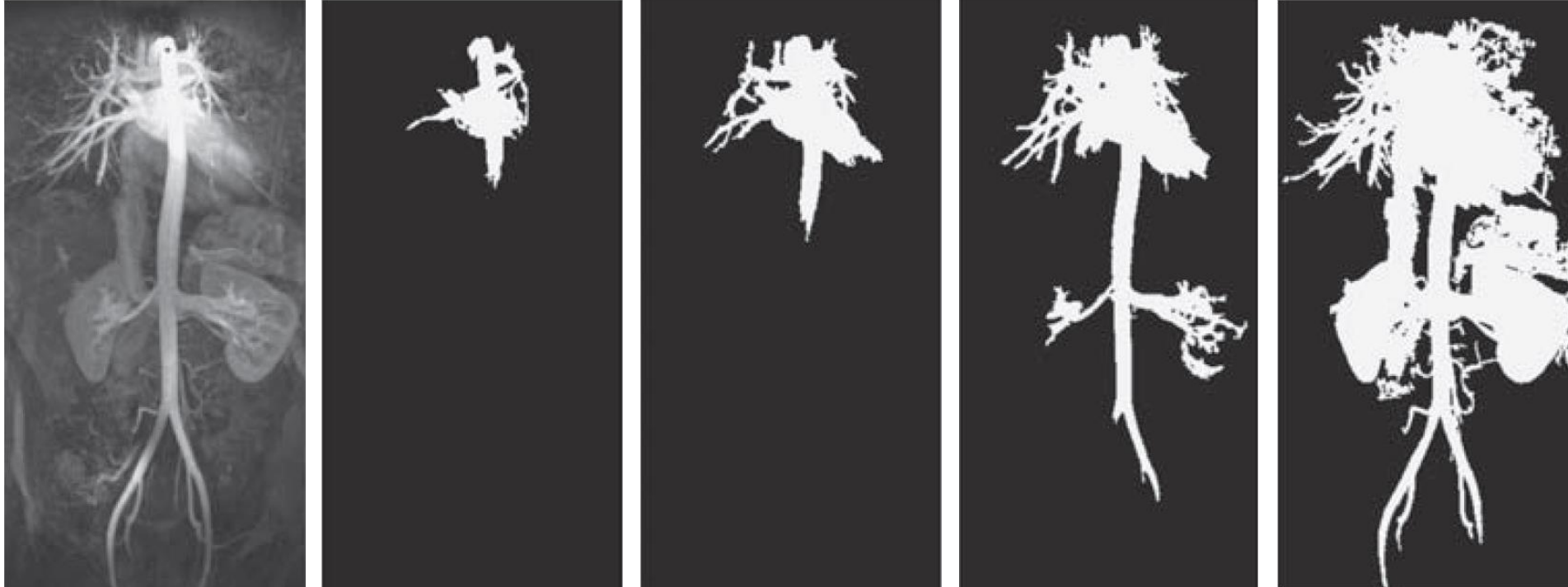
- Requer operadores com muita experiência.
 - Processo demorado e cansativo.
 - Não é prático para modalidades que fornecem muitas imagens para análise (IVUS, IOCT e PET).
 - Variabilidade entre operadores.
 - Não é possível para imagens 3D.
-
- Neste caso o operador usou informações de borda ou região?

Segmentação semiautomática inicializada por semente

– Como é feita?

- Um operador inicializa com pontos a região desejada. Alguma técnica evolui a partir dessa inicialização para a segmentação completa.

Analisa similaridade e conectividade dos pixels



Segmentação semiautomática inicializada por semente

– Vantagens:

- Menos desgastante e cansativo que a manual.
- Possível para imagens 3D.

– Desvantagem:

- Ainda precisa de operadores.
- Processo demorado e cansativo (Dependendo da modalidade).
 - Também não é prático para modalidades que fornecem muitas imagens para análise(IVUS).

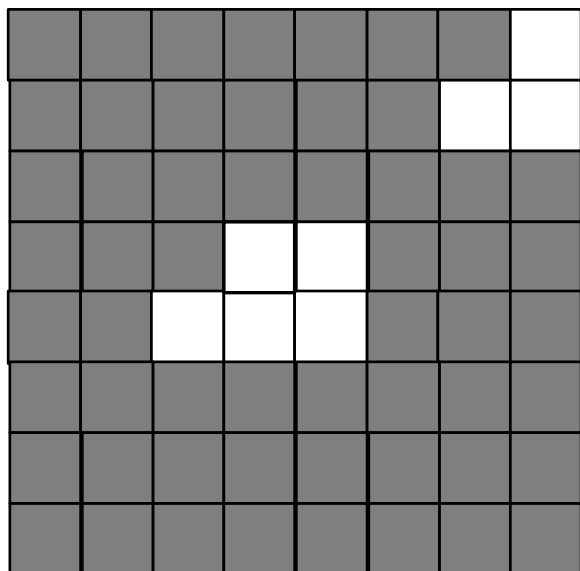
– Neste caso o método usou informações de borda ou região?

Segmentação semiautomática inicializada por semente

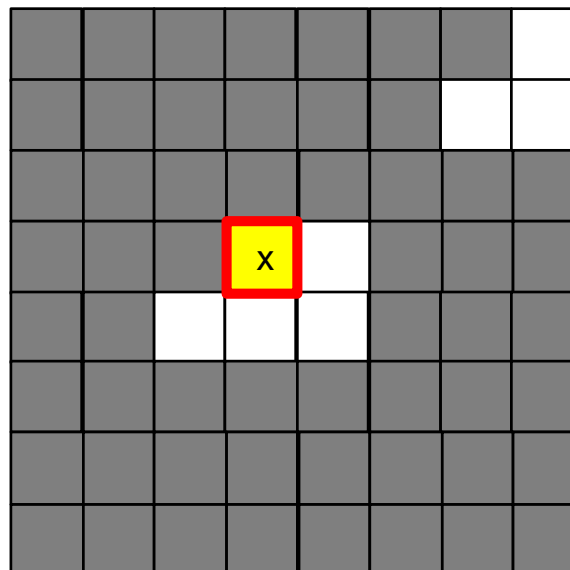
– Exemplo *Region Growing*

- Um operador inicializa com um ponto na região desejada, ponto vira semente sendo reconhecido como parte do objeto.

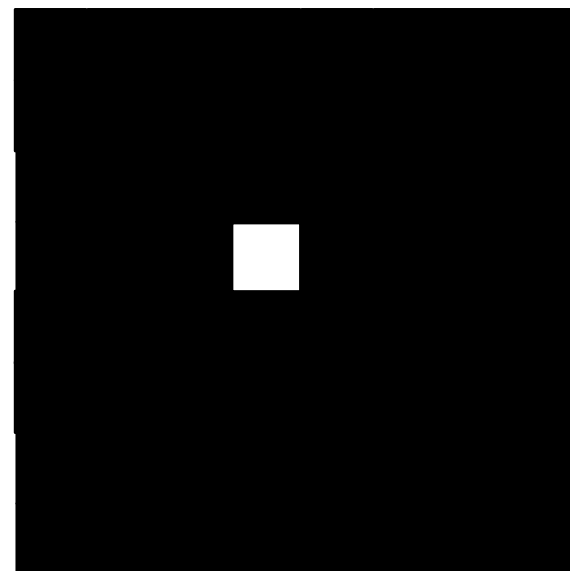
Imagem



Planta a semente

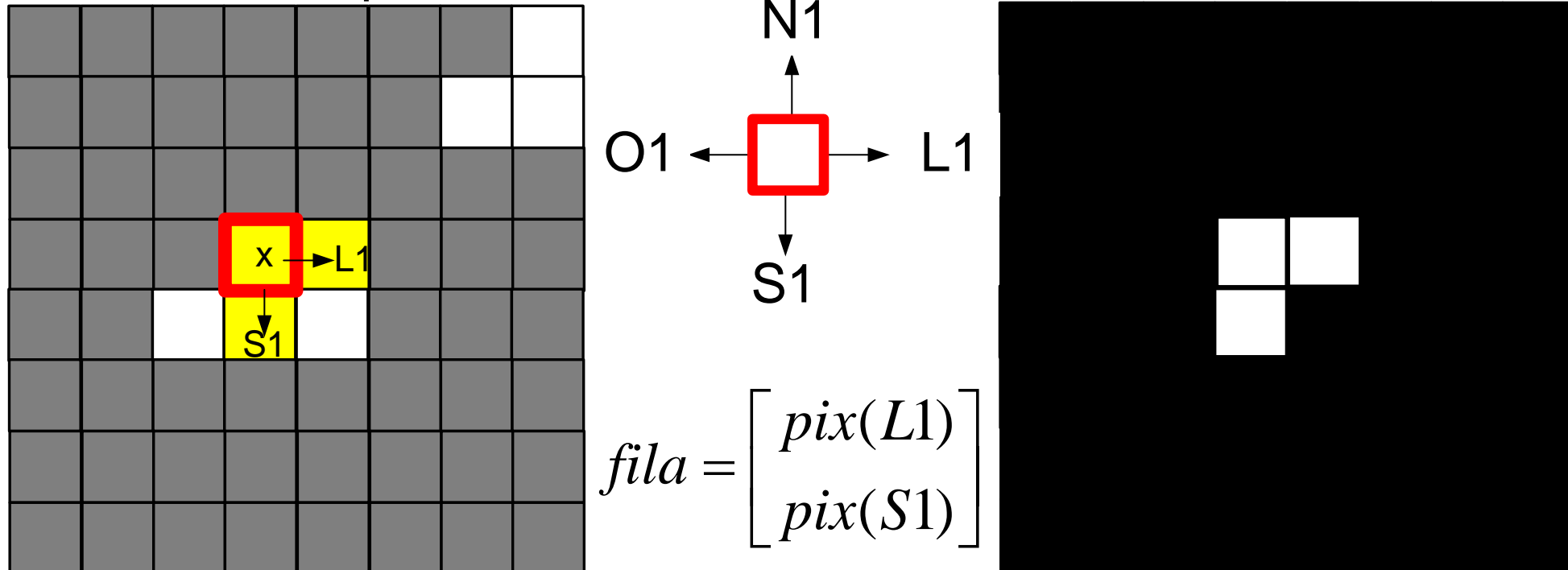


Objeto



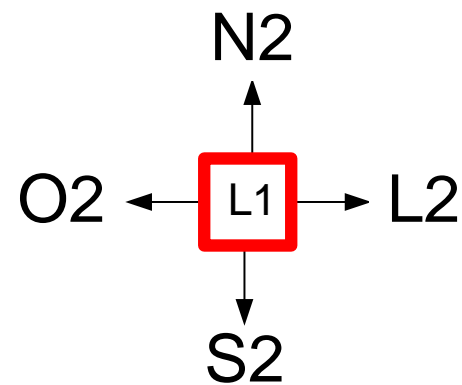
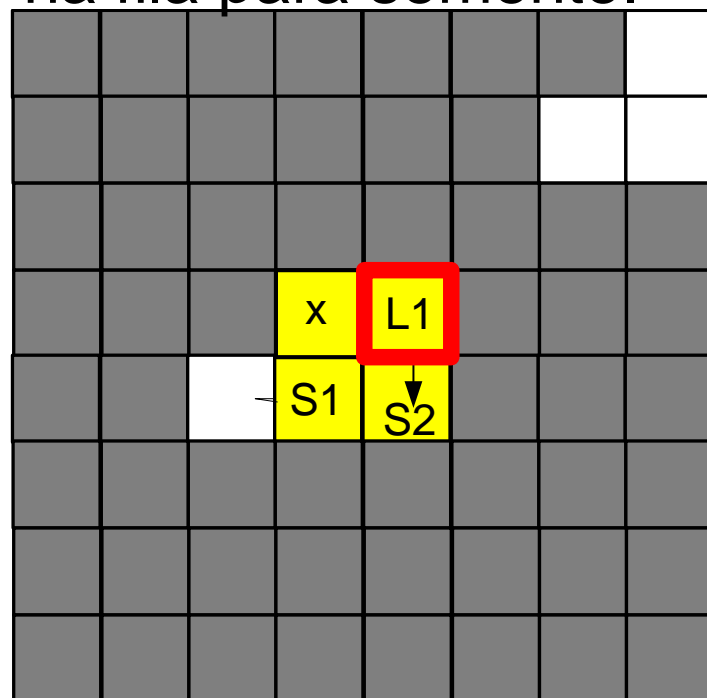
Segmentação semiautomática inicializada por semente

1ª Interação → Compara os 4 vizinhos da semente.
Vizinhos similares, L1 e S1, passam a ser parte do objeto e
entram na fila para semente.

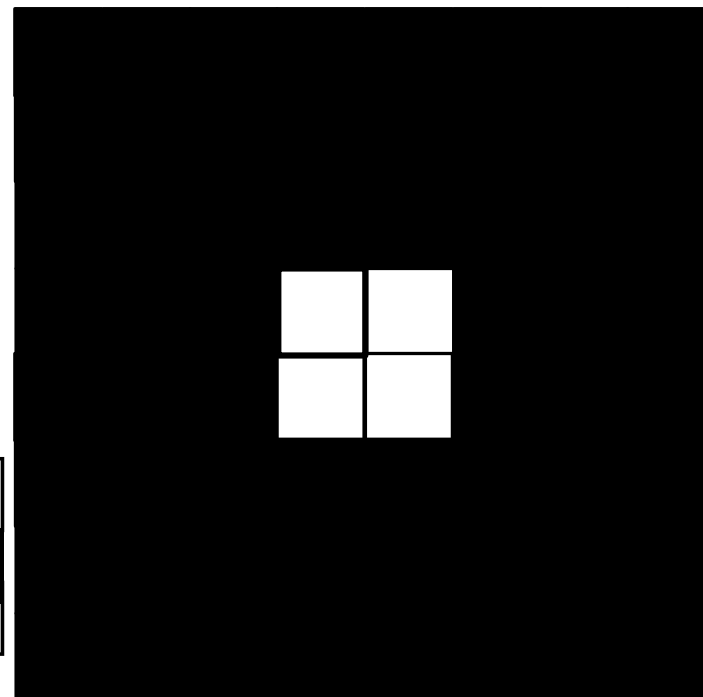


Segmentação semiautomática inicializada por semente

2ª Interação → L1 é a nova semente, compara os 4 vizinhos.
Um vizinho é similar, S2, e passa a ser parte do objeto e entra na fila para semente.

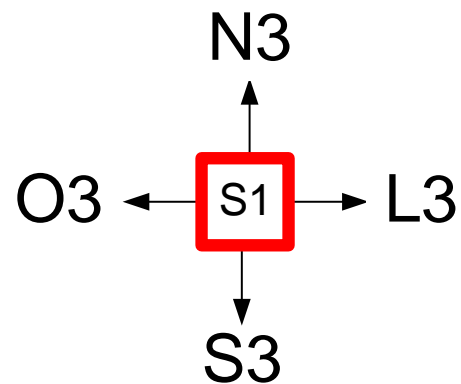
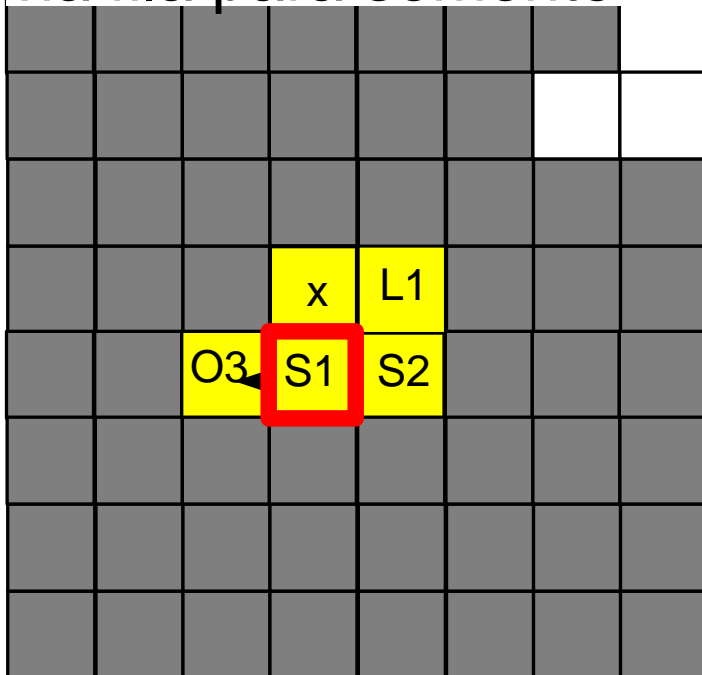


$$fila = \begin{bmatrix} pix(S1) \\ pix(S2) \end{bmatrix}$$

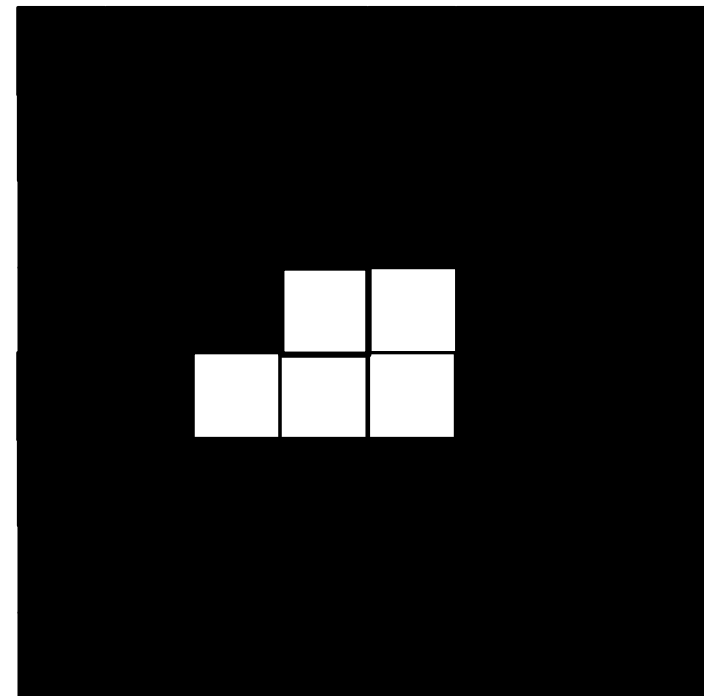


Segmentação semiautomática inicializada por semente

3ª Interação → S1 é a nova semente, compara os 4 vizinhos.
Um vizinho é similar, O3, e passa a ser parte do objeto e entra
na fila para semente.

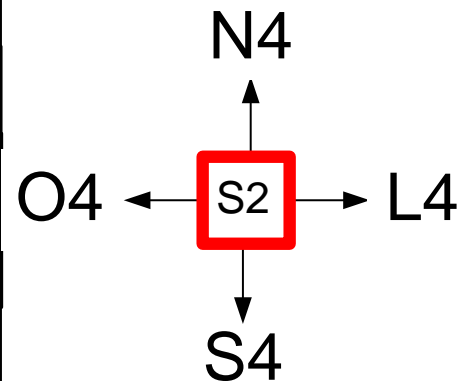
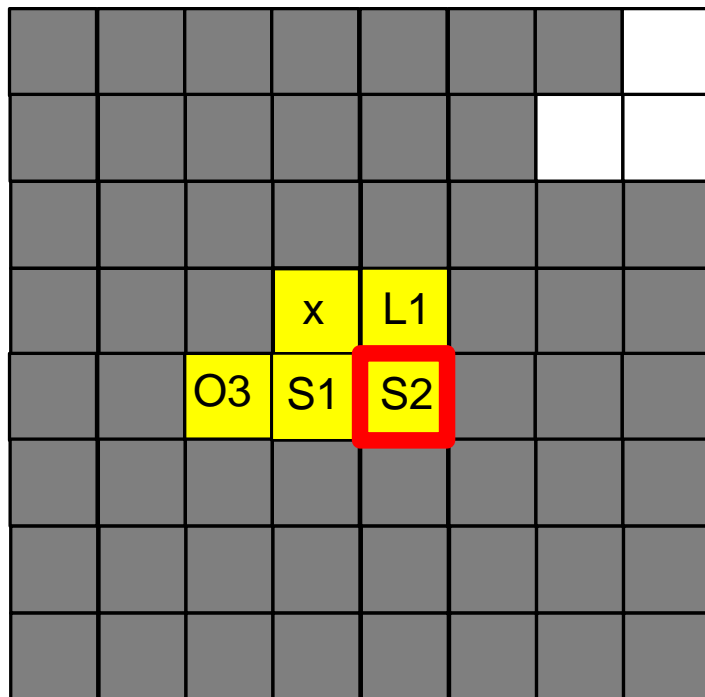


$$fila = \begin{bmatrix} pix(S2) \\ pix(O3) \end{bmatrix}$$

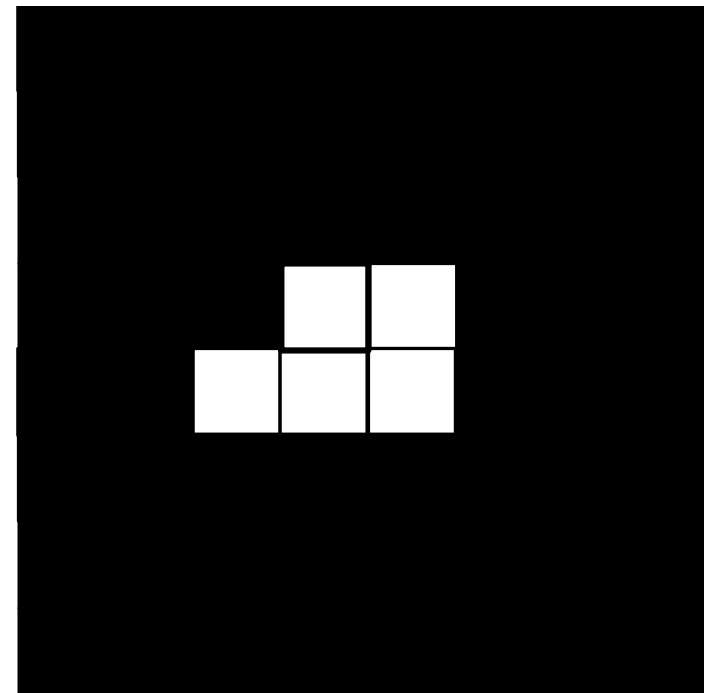


Segmentação semiautomática inicializada por semente

4ª Interação → S2 é a nova semente, compara os 4 vizinhos.
Nenhum vizinho é similar. Nenhum pixel é adicionado ao objeto.

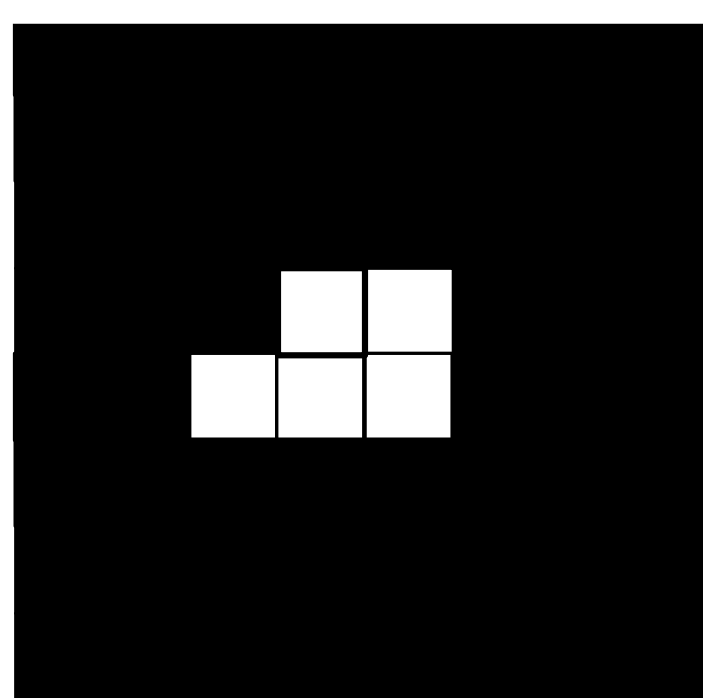
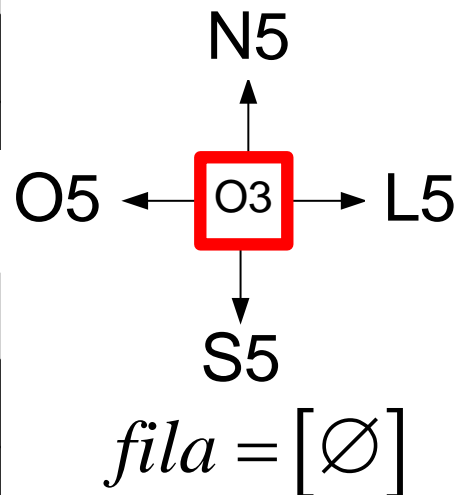
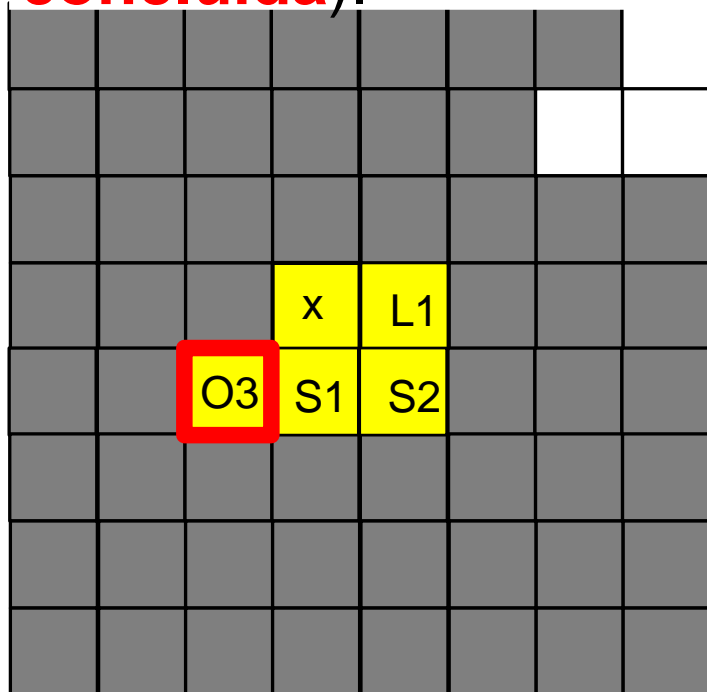


$$fila = [pix(O3)]$$



Segmentação semiautomática inicializada por semente

5ª Interação → O3 é a nova semente, compara os 4 vizinhos.
Nenhum vizinho é similar, e a fila esta vazia (**segmentação concluída**).



Segmentação semiautomática inicializada contorno aproximado

– Como é feita?

- Um operador inicializa com um contorno aproximado.
Alguma técnica evolui esta inicialização para a segmentação.
- Vetor gradiente direciona o contorno.

Contorno Inicial



Contorno
Intermediário



Contorno final



Segmentação semiautomática inicializada contorno aproximado

– Vantagens e Desvantagens:

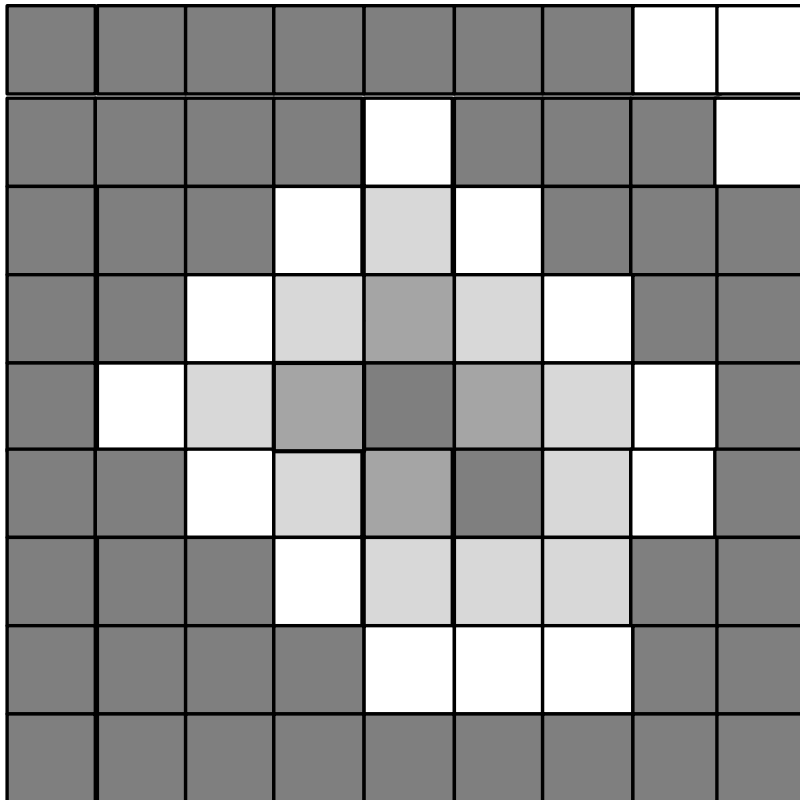
- São as mesmas do Semiautomático inicializado por semente.
- Neste caso o método usou informações de borda ou região?

Segmentação semiautomática inicializada contorno aproximado

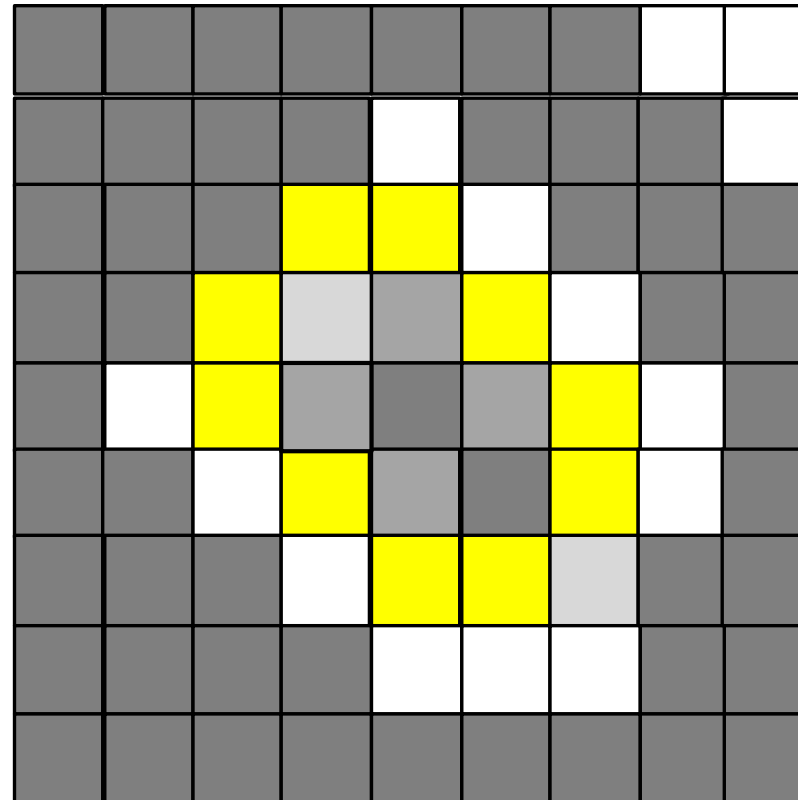
– Exemplo

- Um operador inicializa com um contorno próximo a borda do objeto.

Imagem

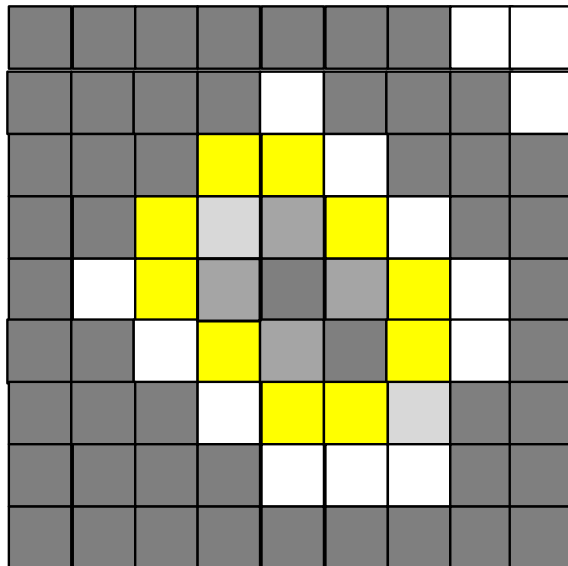


Contorno Inicial

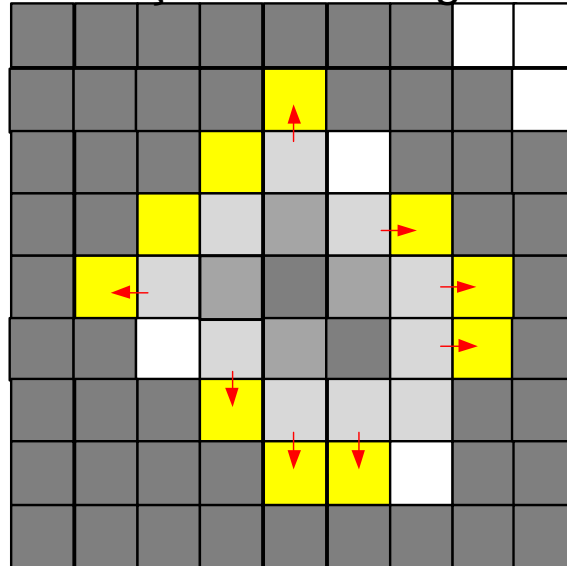


Segmentação semiautomática inicializada contorno aproximado

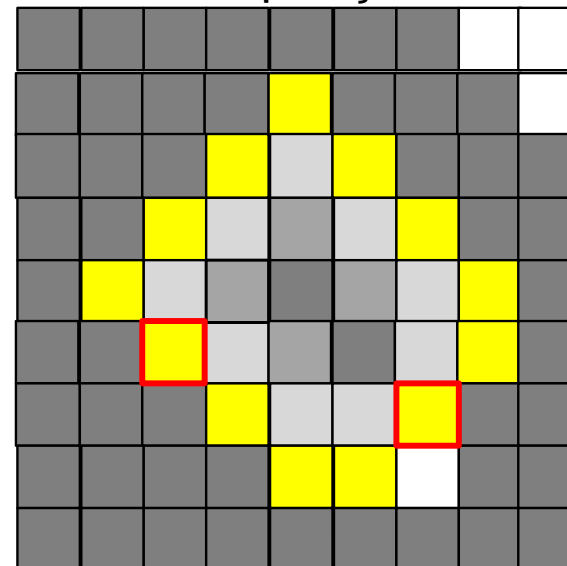
Contorno Inicial



1ª interação → Pontos do contorno
vão na direção de maior gradiente



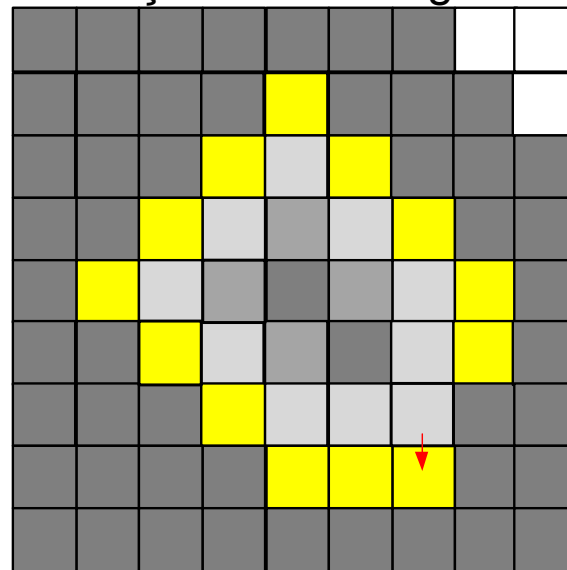
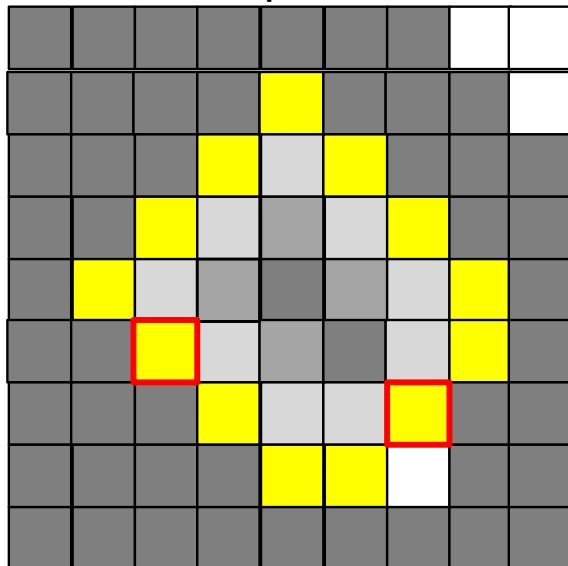
Interpolação



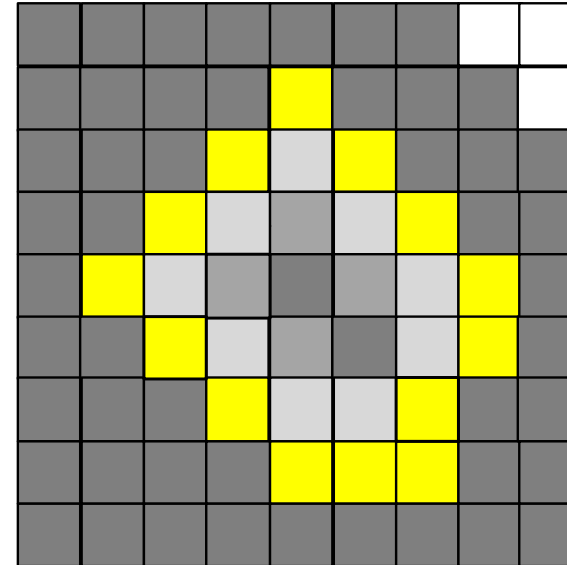
Segmentação semiautomática inicializada contorno aproximado

2ª interação → Pontos do contorno
vão na direção de maior gradiente

Interpolado

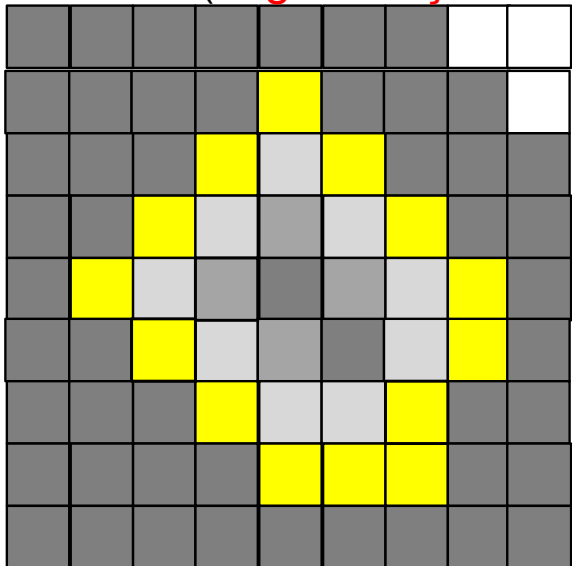


Nova Interpolação

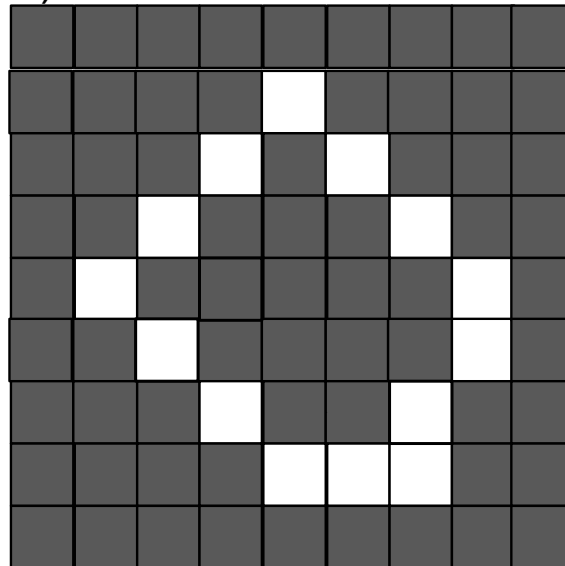


Segmentação semiautomática inicializada contorno aproximado

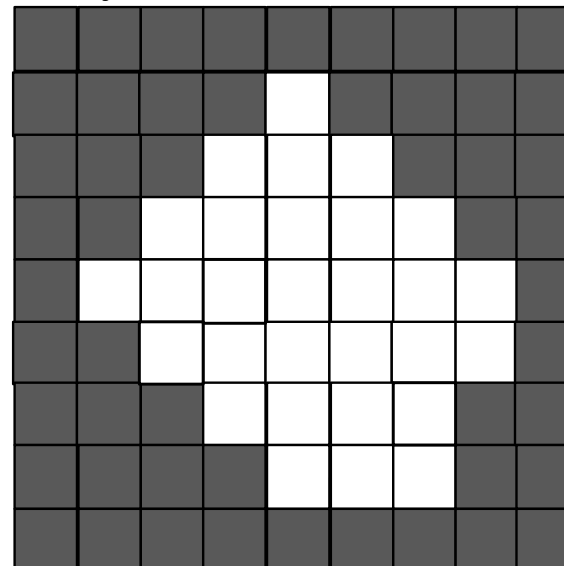
Pontos do contorno atingem o
máximo (**segmentação concluída**)



Contorno Final



Objeto Final Preenchido



Segmentação completamente automática

– Como é feita?

- Um operador ou médico indica a imagem ou um conjunto de imagem a ser segmentada e o algoritmo faz todo o trabalho.

– Vantagens:

- Não há necessidade de experiência do operador.
- Muito útil para segmentação de grandes quantidades de imagens (IVUS).

– Desvantagens:

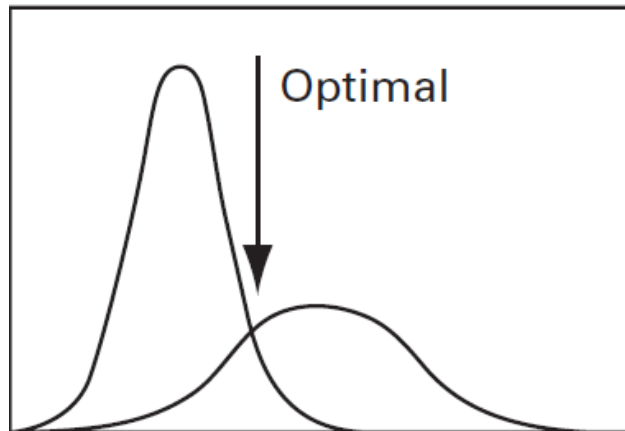
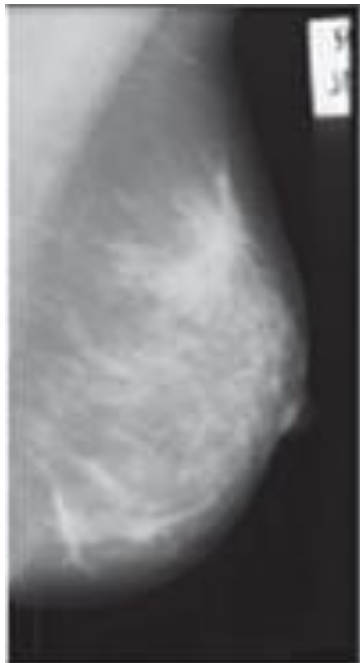
- Grande variabilidade das imagens requer algoritmos robustos, o que pode tornar o método inviável.

– Os métodos anteriores poderiam ser adaptados para serem completamente automático?

Segmentação completamente automática

– Exemplos por intensidade → Limiarização por Otsu :

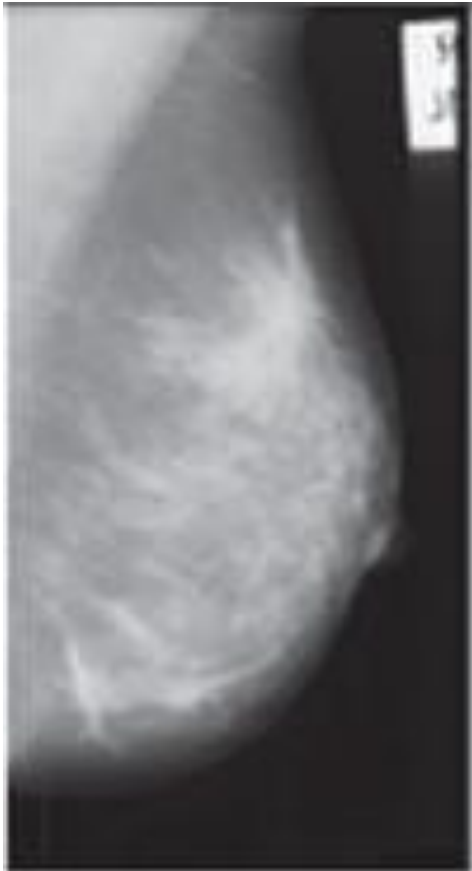
- Acha-se a mínimo entre dois picos
- Funciona para imagens com histograma bimodal.



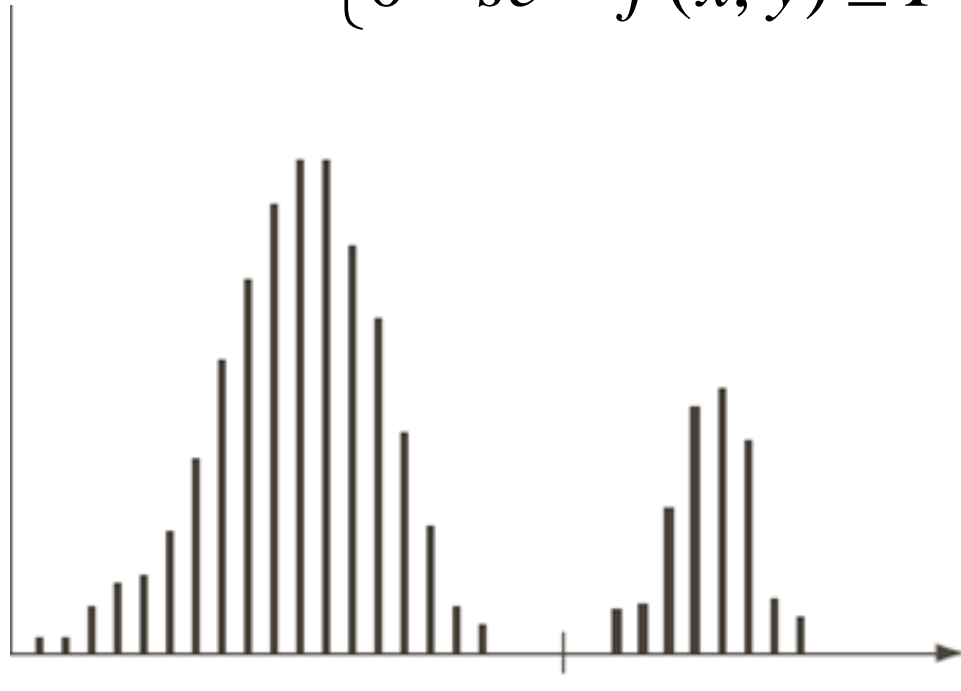
Limiarização

–O que é Limiarização?

- Processo de dividir o histograma da imagem em 2 grupos de intensidades, gerando uma imagem binária.



$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{se } f(x, y) > T \\ 0 & \text{se } f(x, y) \leq T \end{cases}$$

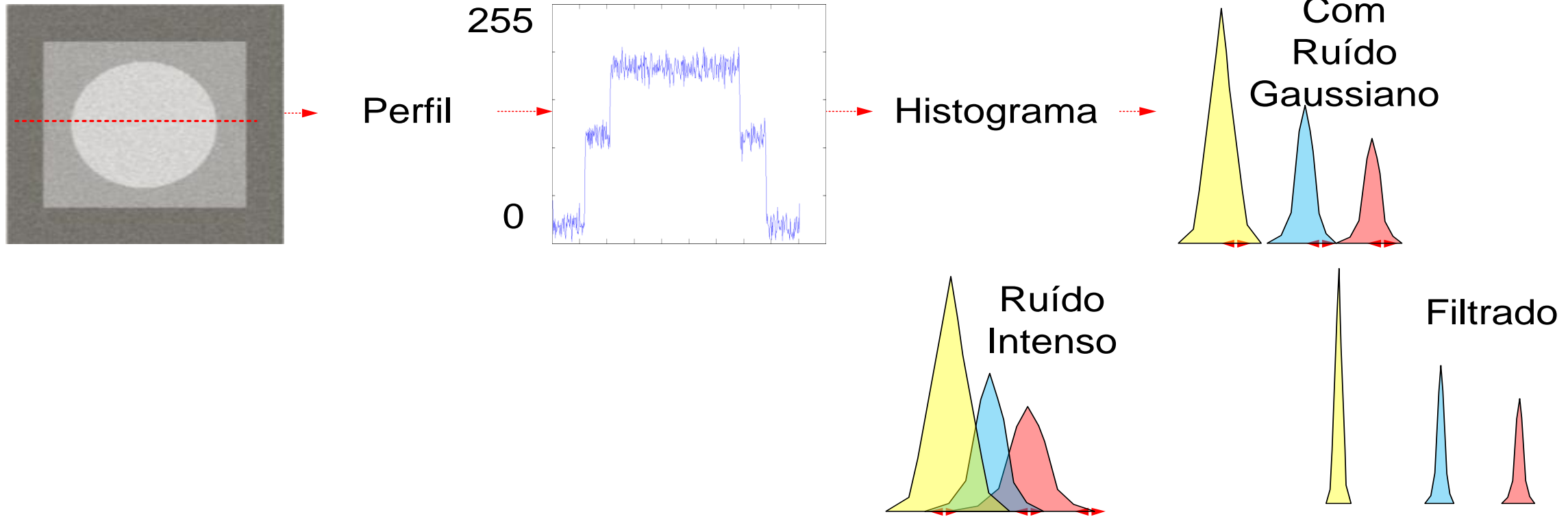


Limiarização e ruído

- Como o ruído afeta a limiarização e a imagem binária?

Limiarização e ruído

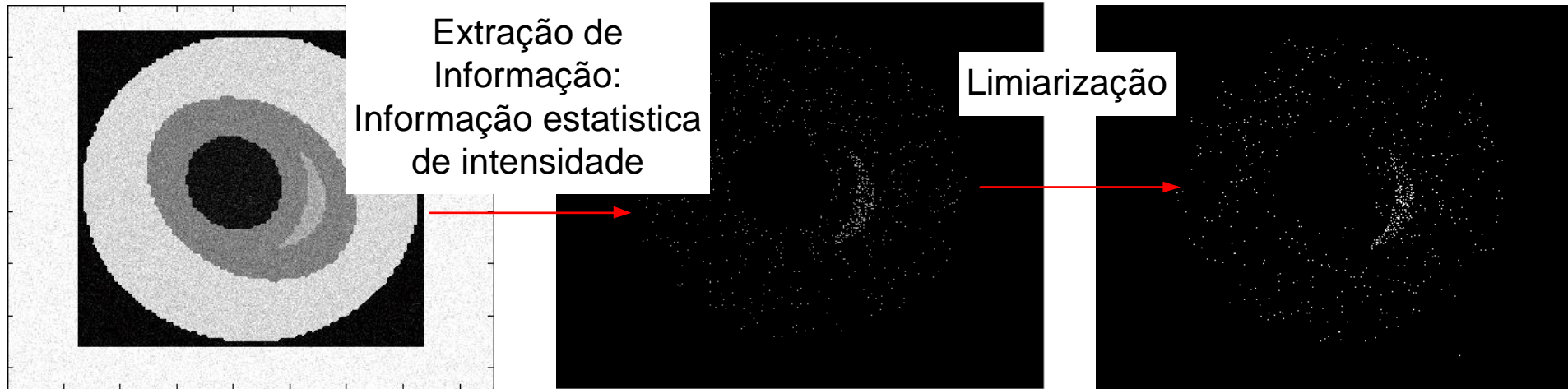
- Muda as amplitudes de intensidades, causando intersecção entre diferentes informações.



Limiarização e ruído

—Consequência:

- Prejudica a distinção das regiões.



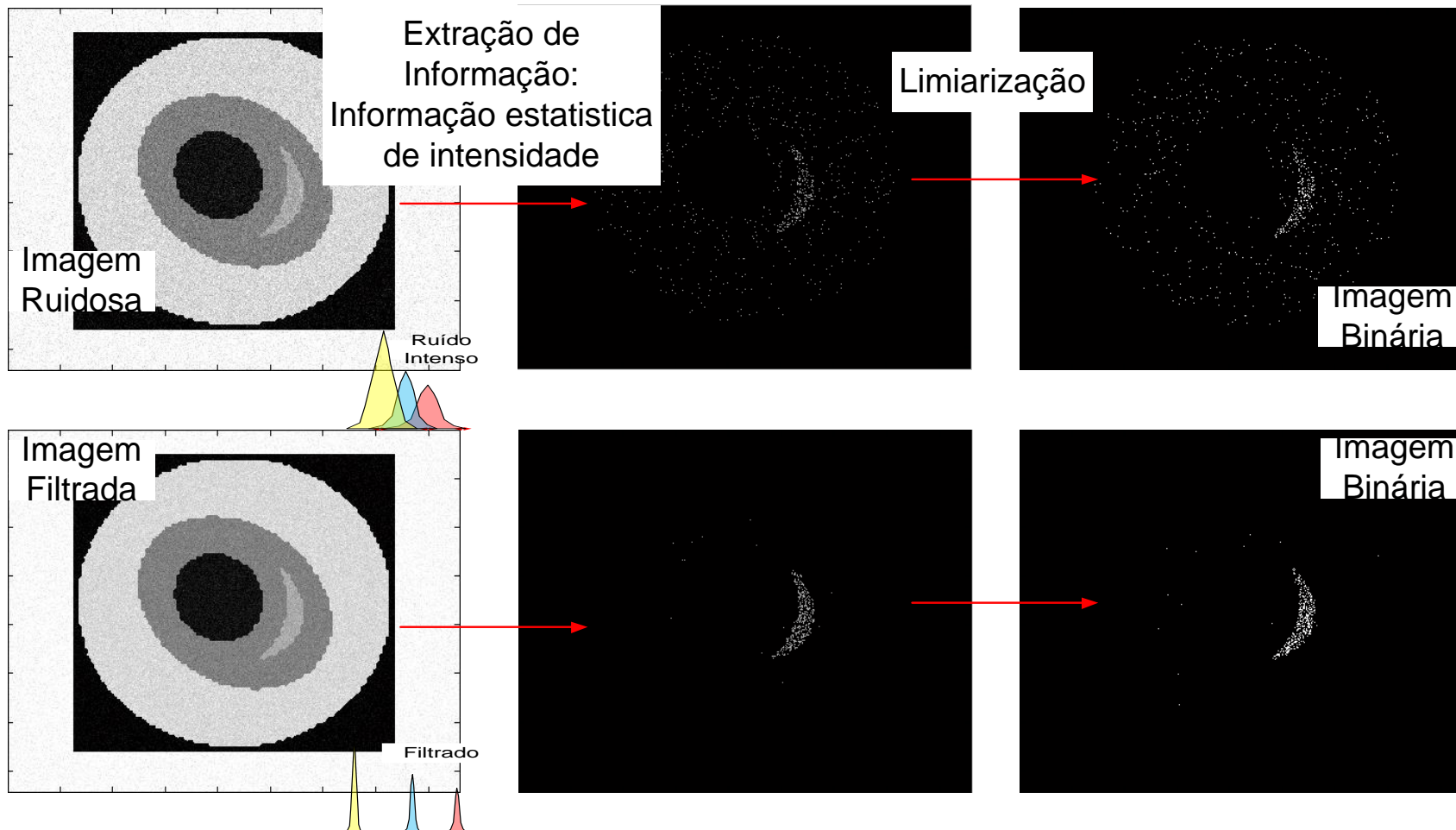
Limiarização e ruído

–Soluções?

- Pré-processamento (Filtragem)
- Pós-Processamento (Correção
→ Morfologia Matemática)
- Ou Ambos

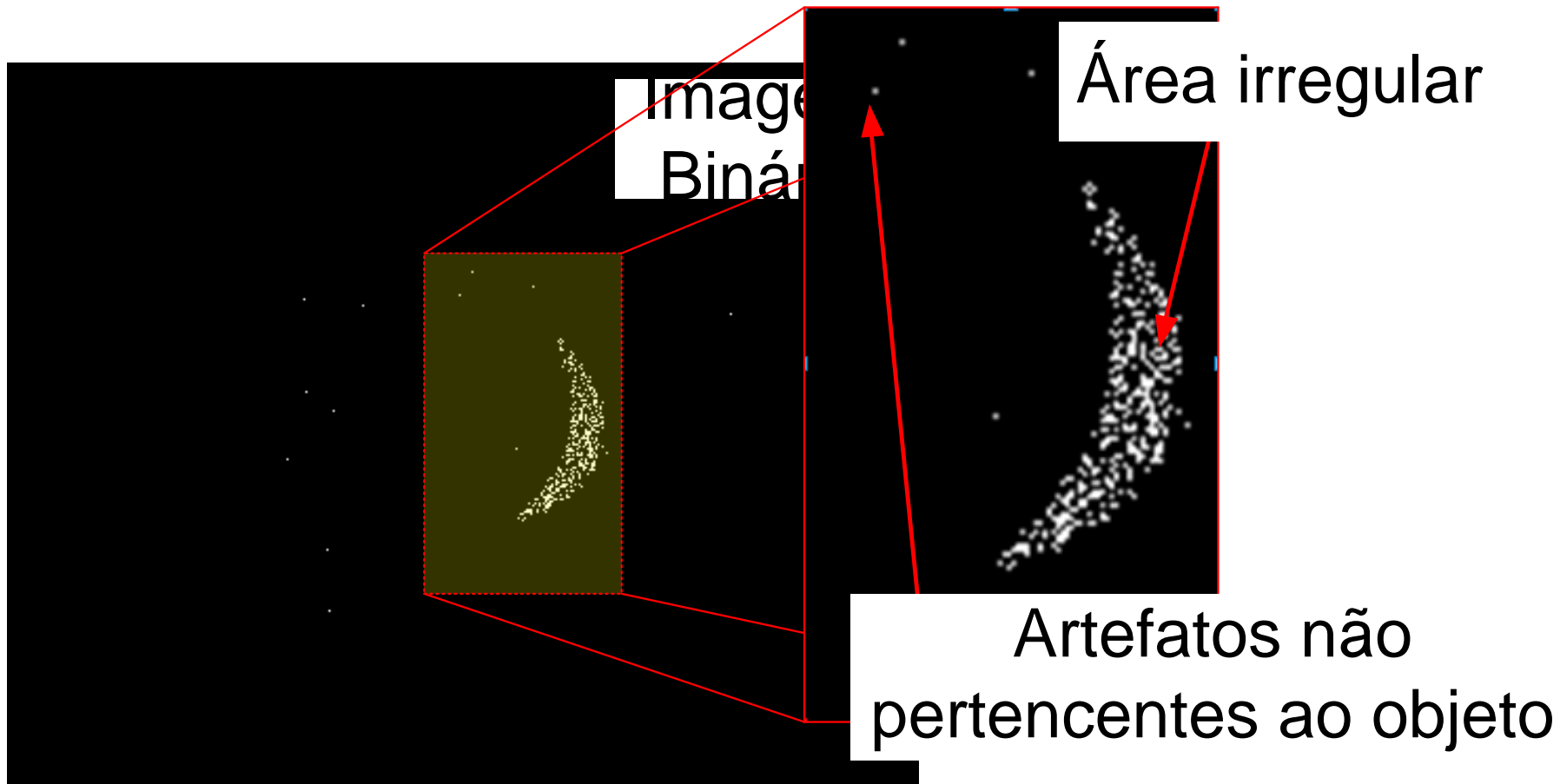
Pré-processamento (Filtragem)

- Diminui efeitos destrutivos do ruído.



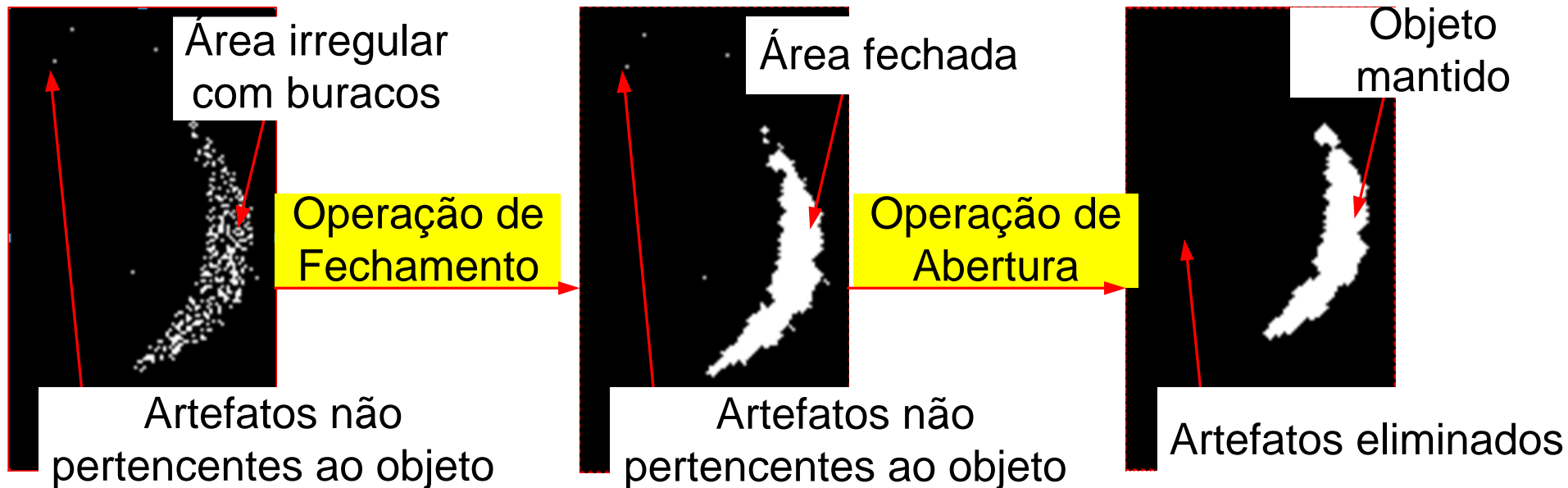
Pré-processamento

- Diminui, mas não acaba com os efeitos destrutivos do ruído.
- **Necessário pós-processamento!**



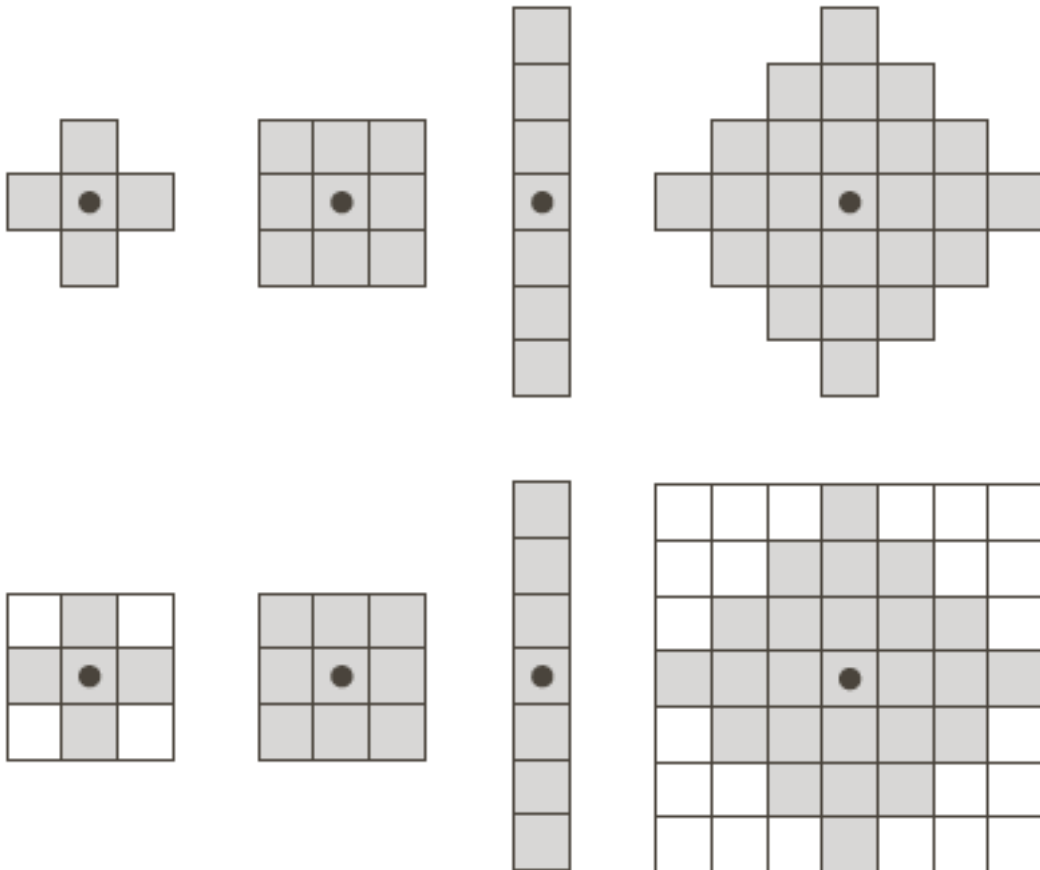
Pós-Processamento → Morfologia Matemática

- Operações que usam elementos estruturantes para alterarem(corrigirem) estruturas de objetos binários
- 4 bem conhecidas são:
 - Erosão
 - Dilatação
 - Abertura
 - Fechamento



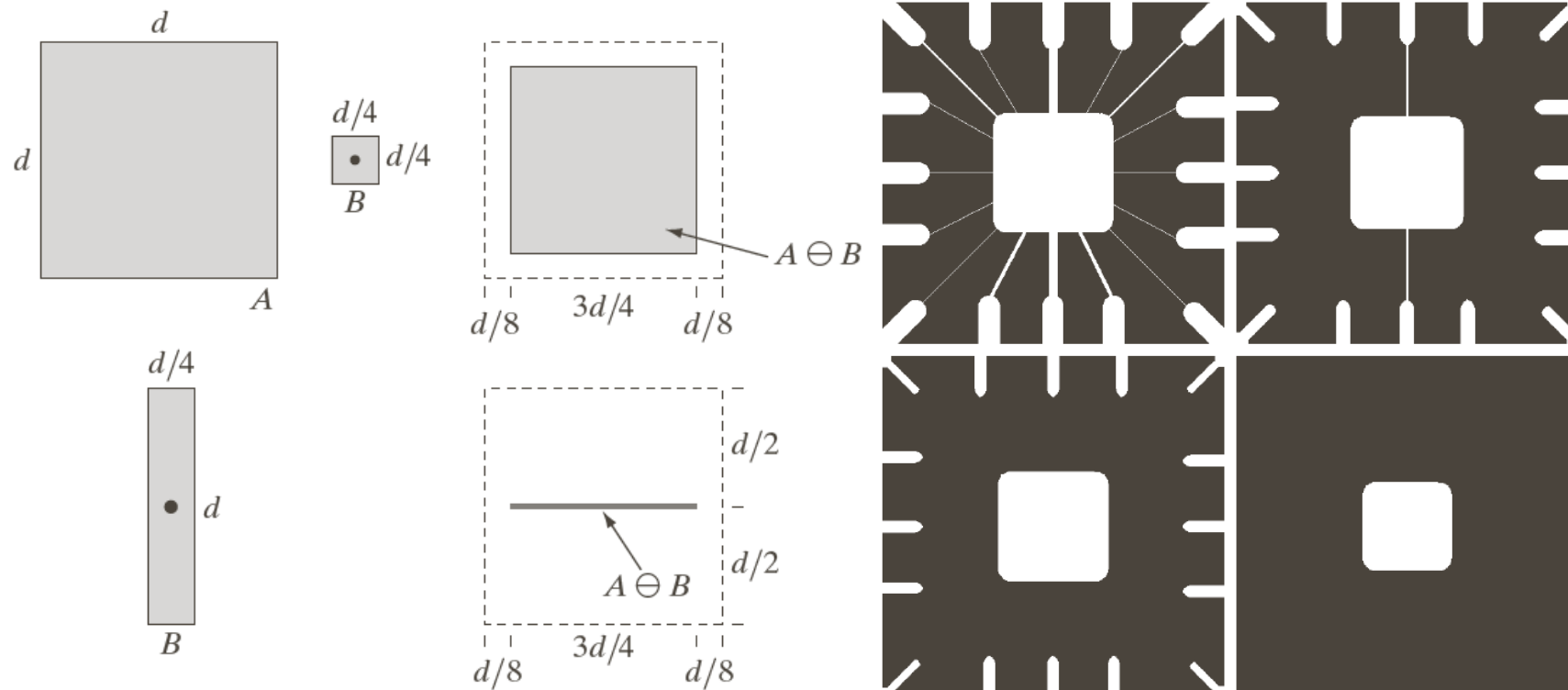
Pós-Processamento → Morfologia Matemática

- Elementos estruturantes: Arranjos matriciais em diferentes formatos que são usados em operações morfológicas.



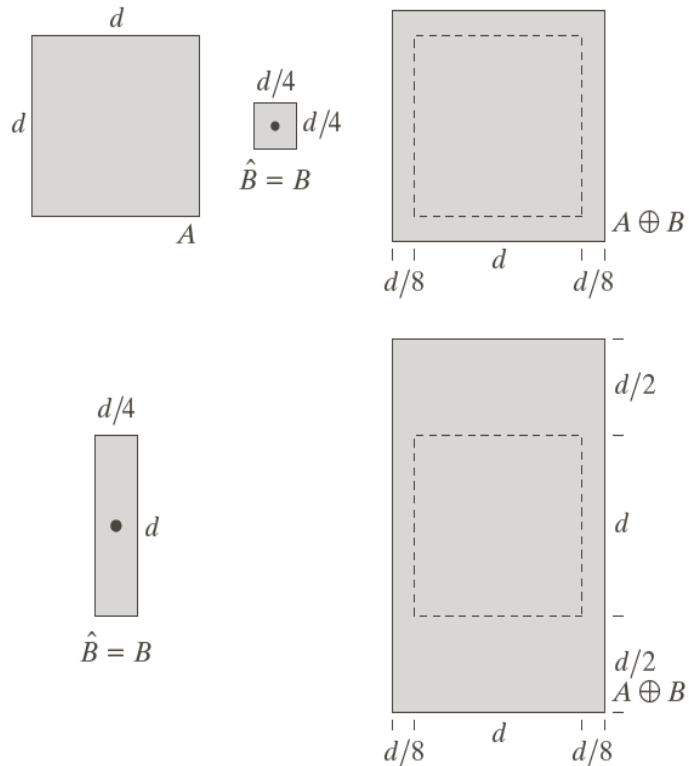
Morfologia Matemática (Erosão)

- Operação que causa uma erosão em regiões binárias.
 - Magnitude da erosão depende do tamanho e forma do elemento estruturante.



Morfologia Matemática (Dilatação)

- Operação que causa uma dilatação em regiões binárias.
 - Magnitude depende do tamanho e forma do elemento estruturante.



Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

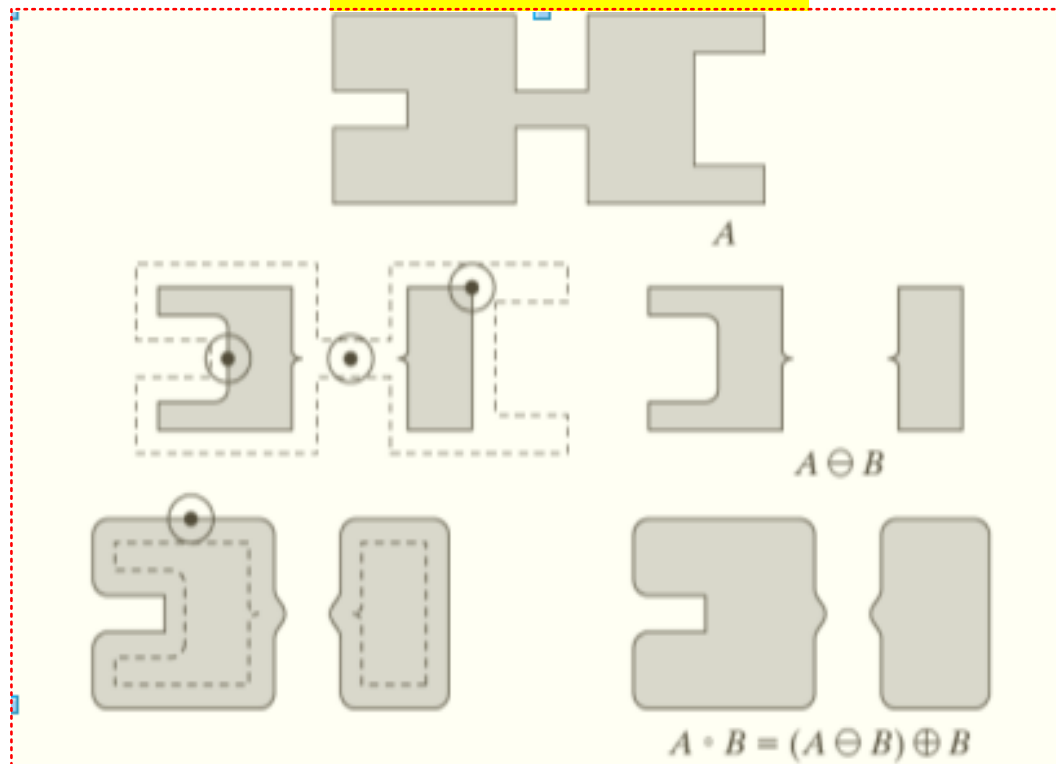


0	1	0
1	1	1
0	1	0

Morfologia Matemática

- Abertura: Erosão seguida por dilatação:
 - Ocorre aberturas em áreas do objeto.
 - Aberturas ocorrem em locais com dimensões menores do que elemento estruturante.

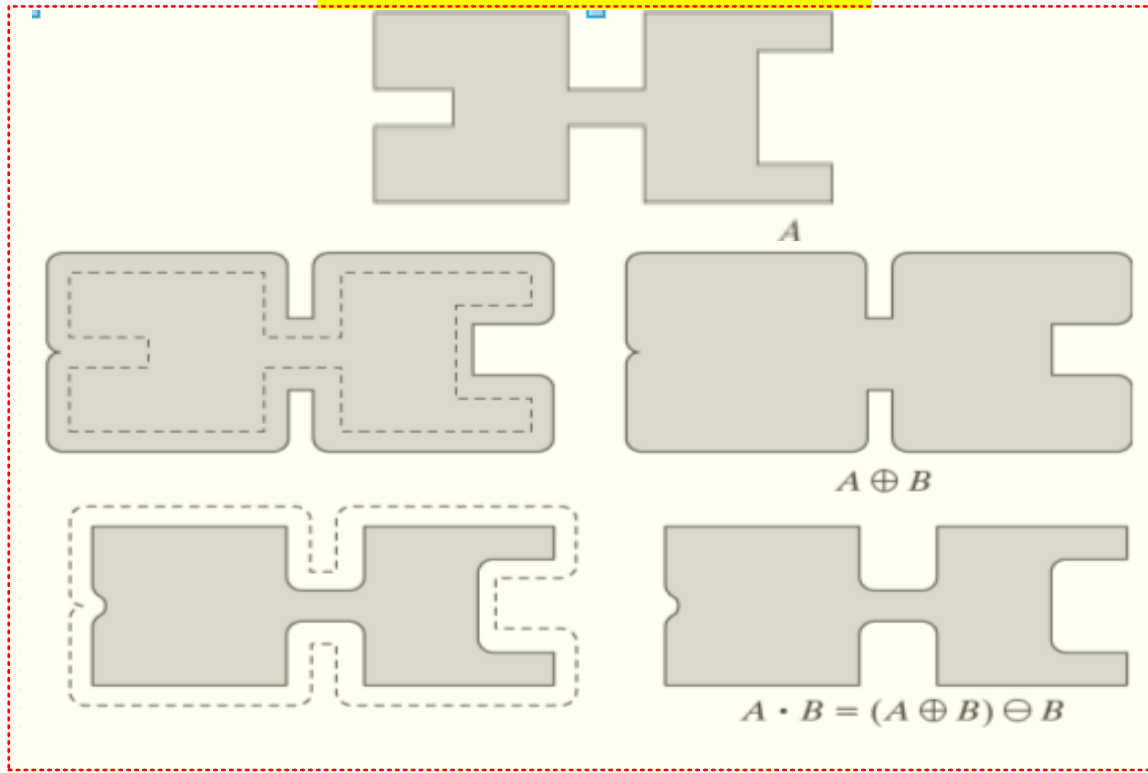
Abertura



Morfologia Matemática

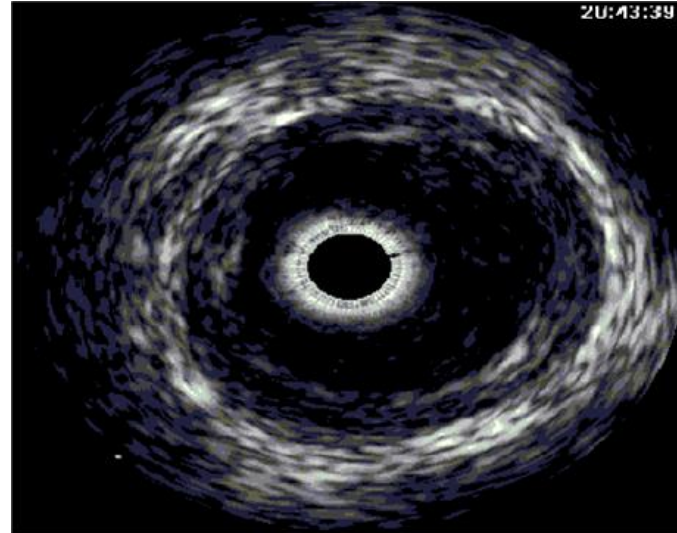
- Fechamento: Dilatação seguida por erosão:
 - Ocorre fechamentos em áreas do objeto.
 - Fechamentos ocorrem em locais com dimensões menores que do elemento estruturante.

Fechamento



Avaliação de Segmentação

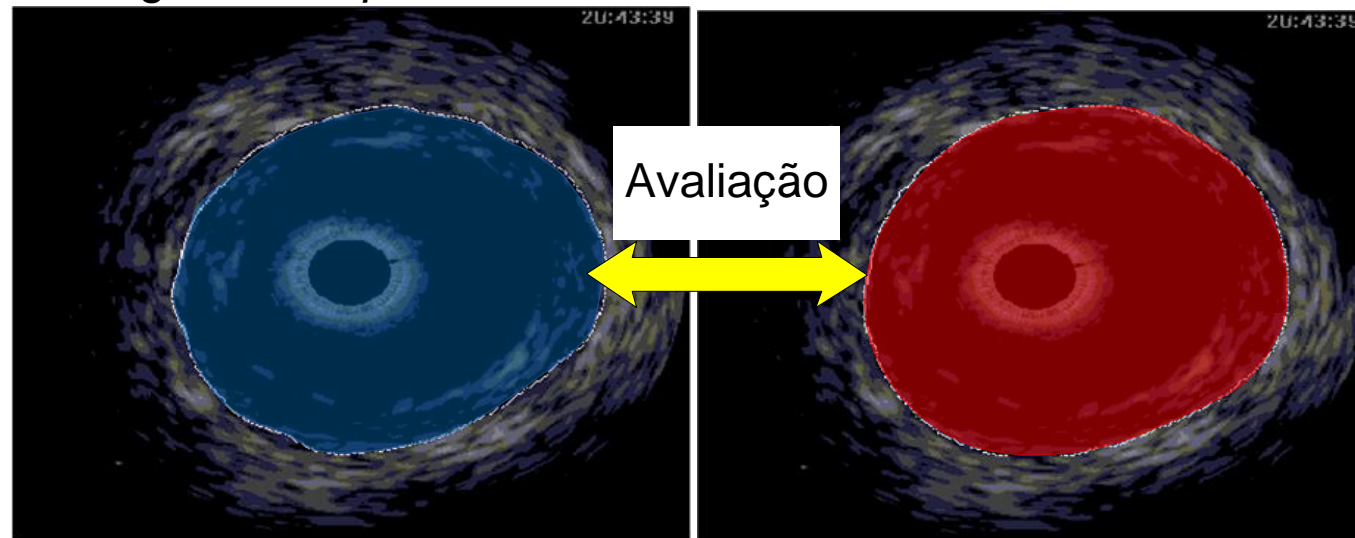
- Objeto segmentado pelo método e especialista são comparados.



“Gold Standard”

Segmentada pelo método

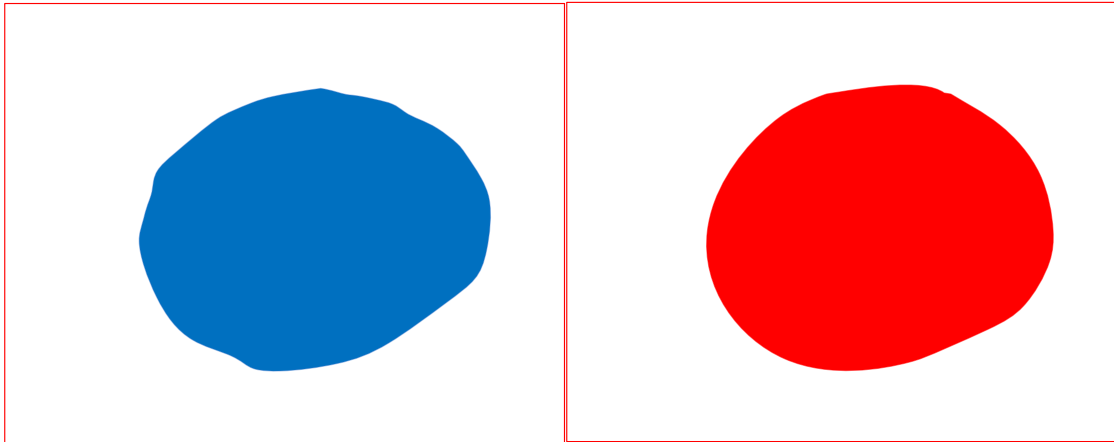
Segmentada por especialistas



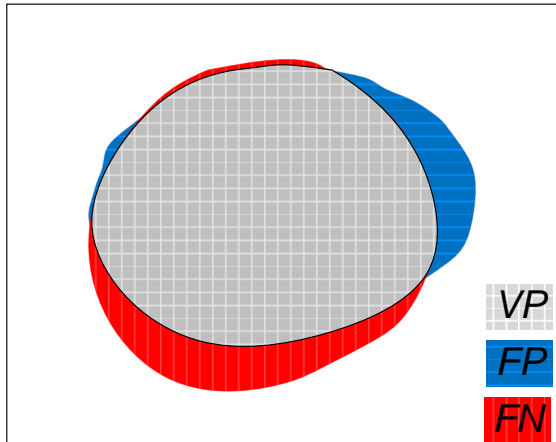
Avaliação de Segmentação (Métricas de Acurácia)

Objeto Segmentado

“Gold Standard”



Relação



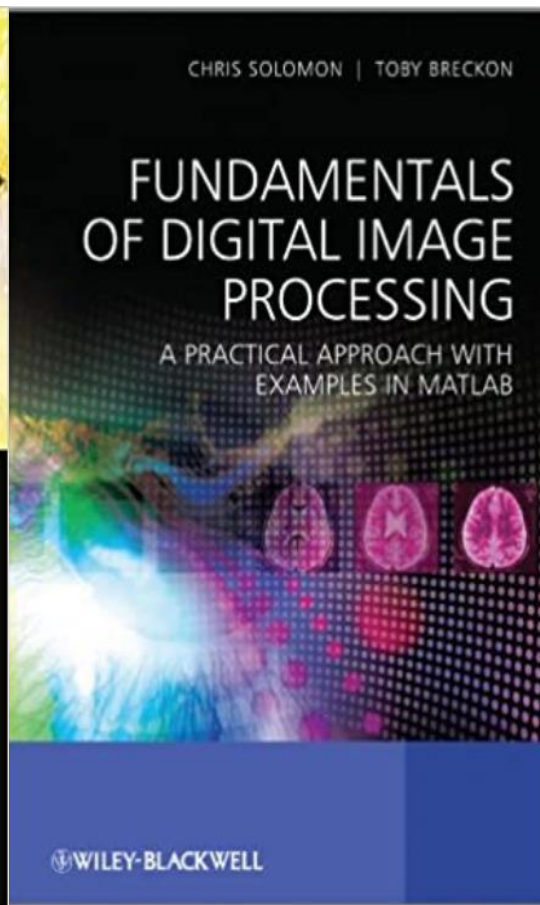
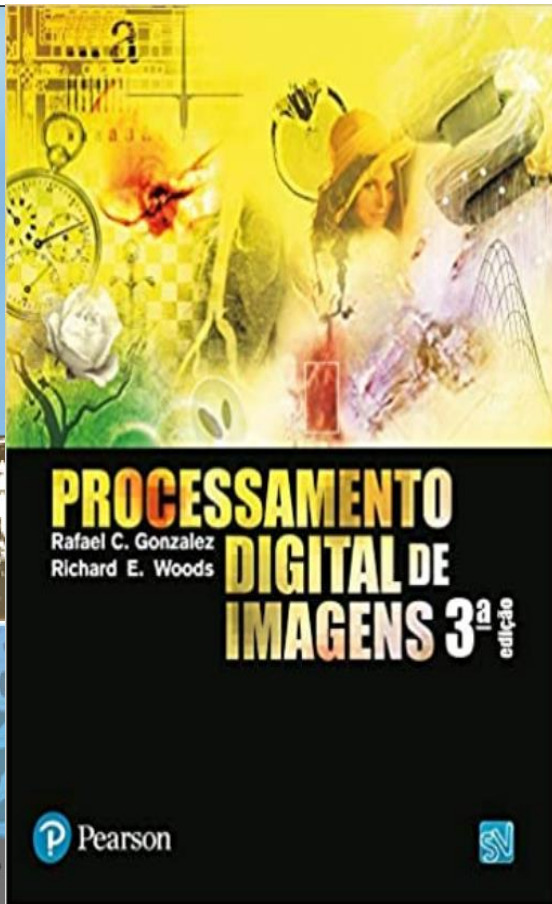
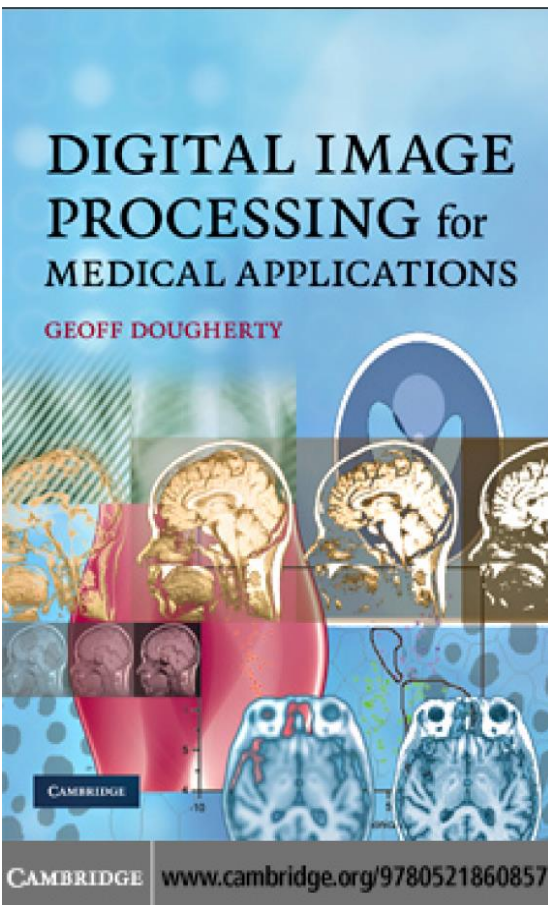
$$VP(\%) = \left(\frac{\text{Área(Intersecção)}}{\text{Área(GoldStandard)}} \right) \times 100$$

$$FP(\%) = \left(\frac{\left(\text{Área(Segmentada)} - \text{Área(Intersecção)} \right)}{\left(\text{Tamanho Imagem} - \text{Área(GoldStandard)} \right)} \right) \times 100$$

$$FN(\%) = \left(\frac{\left(\text{Área(GoldStandard)} - \text{Área(Intersecção)} \right)}{\text{Área(GoldStandard)}} \right) \times 100$$

$$\text{Intersecção} = \text{GoldStandard} \cap \text{Segmentada}$$

Referências



Computerized Medical Imaging and Graphics 30 (2006) 75–87

www.elsevier.com/locate/compmedimag

**Computerized
Medical Imaging
and Graphics**

A framework for evaluating image segmentation algorithms

Jayaram K. Udupa^{a,*}, Vicki R. LeBlanc^{b,c}, Ying Zhuge^a, Celina Imielinska^{b,d,e},
Hilary Schmidt^{b,c}, Leanne M. Currie^f, Bruce E. Hirsch^g, James Woodburn^h

^a Medical Image Processing Group, Department of Radiology, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

^b Office of Scholarly Resources, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, NY, USA

^c Center for Education Research and Evaluation, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, NY, USA

^d Department of Biomedical Informatics, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, NY, USA

^e Department of Computer Science, Columbia University, New York, NY, USA

^f School of Nursing, Columbia University, New York, NY, USA

^g Department of Neurobiology and Anatomy, Drexel University College of Medicine, Philadelphia, PA, USA

^h Rheumatology and Rehabilitation Research Unit, University of Leeds, Leeds, UK

Received 27 August 2005; accepted 12 December 2005

Lab-09



ICT – Unifesp - Imagens Biomédicas
Prof. Dr. Matheus Cardoso Moraes