

# **PMR2560 – Visão Computacional**

## **Processamento morfológico**

Prof. Eduardo L. L. Cabral



# Objetivos

- Processamento de imagens:
  - Algumas operações de processamento morfológico de imagens;
  - Imagens binárias;
  - Imagens coloridas.

# Processamento morfológico

- Processamento definido originalmente para imagens binárias.
- Tipos de operações morfológicas:
  - Translação;
  - Adição;
  - Subtração;
  - Dilatação;
  - Erosão;
  - Abertura;
  - Fechamento;
  - Esqueletização;
  - Outras.
- Duas formas de processo  $\Rightarrow$  “hit” e “fit”.

# Dilatação (hit)

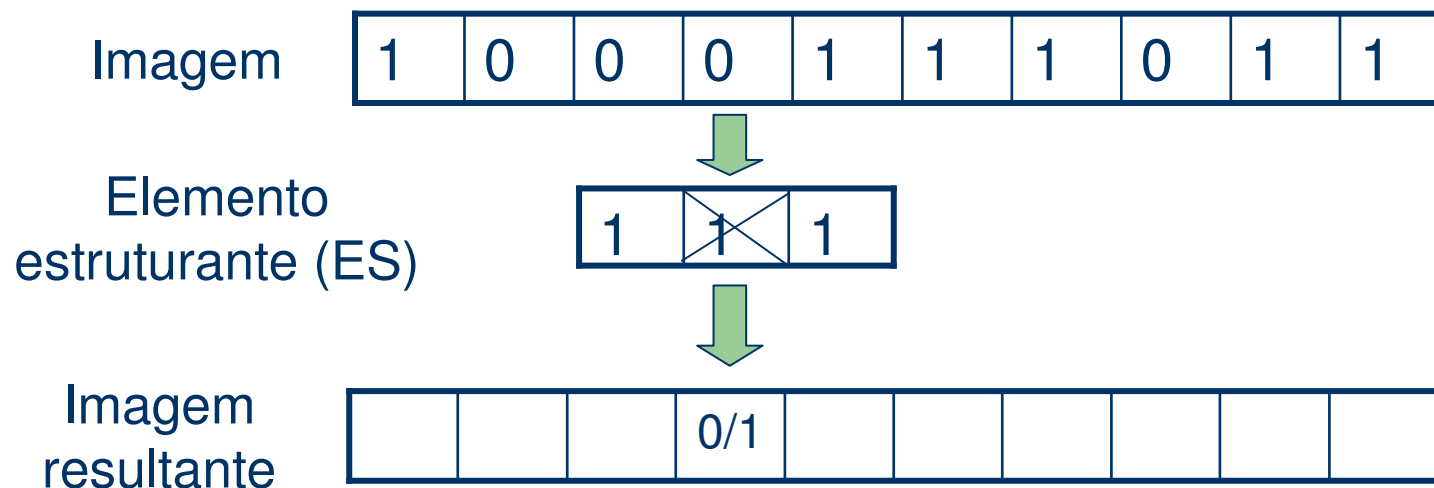
- A dilatação de uma imagem **I** por um elemento estruturante **B** é dada por:

$$\mathbf{I} \oplus \mathbf{B} = \{d \in \mathbf{I}_N : d = x + b, \quad x \in \mathbf{I} \text{ e } b \in \mathbf{B}\}$$

- A dilatação preenche vazios e espaços estreitos em objetos.
- Causa um aumento no tamanho do objeto.
- Se for necessário preservar o tamanho do objeto a dilatação tem que ser seguida por um processo de erosão.

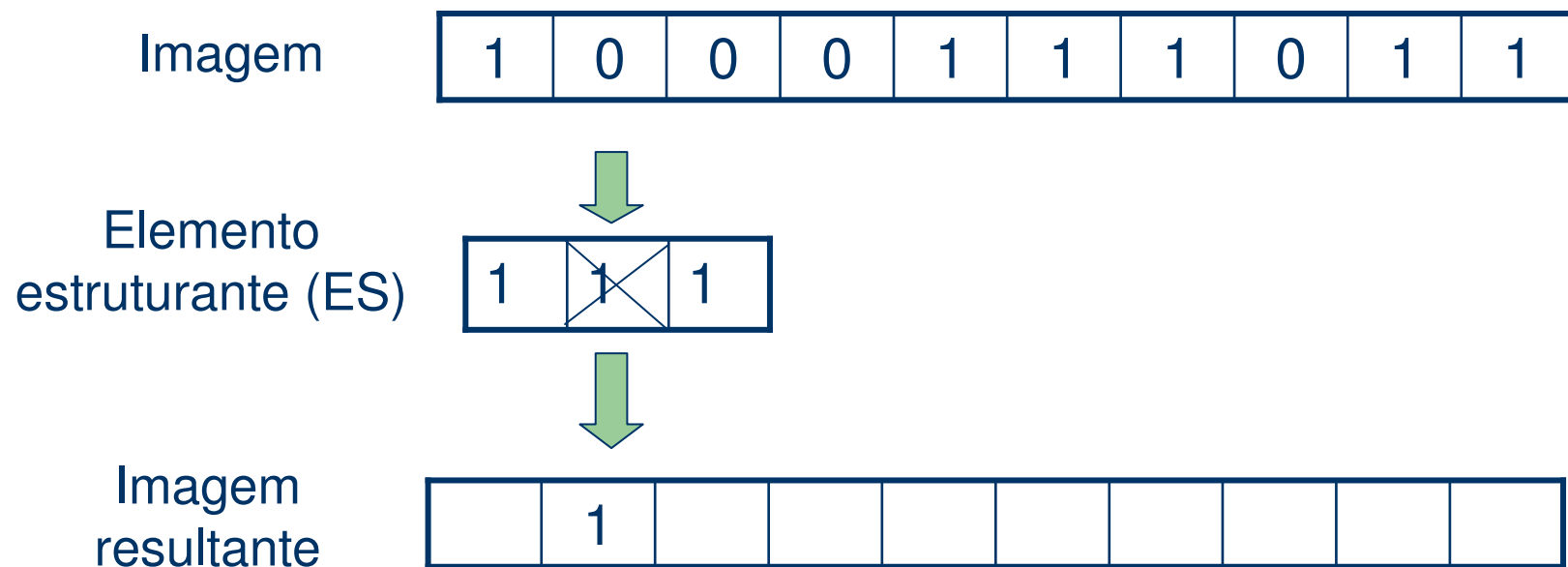
# Dilatação (hit)

- Processo de **Hit**:
  - Basta um único “1” do ES se sobrepor com um “1” da imagem  $\Rightarrow$  pixel de saída = 1, senão = 0; ou
  - Basta um único “0” do ES se sobrepor com um “0” da imagem  $\Rightarrow$  pixel de saída = 1, senão = 0.
- Exemplo de imagem de 1D:



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

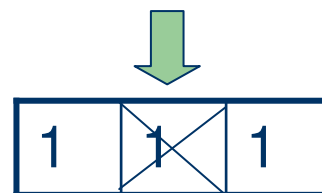


Imagem  
resultante



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

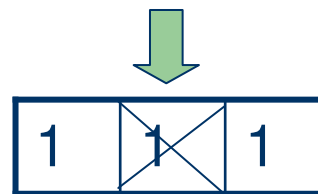


Imagem  
resultante





# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

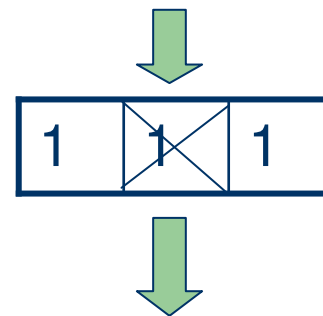


Imagem  
resultante



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

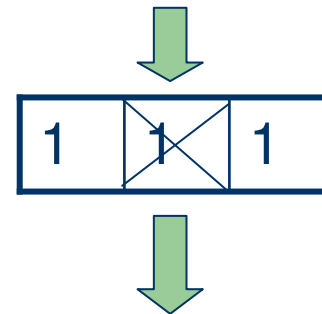


Imagem  
resultante



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

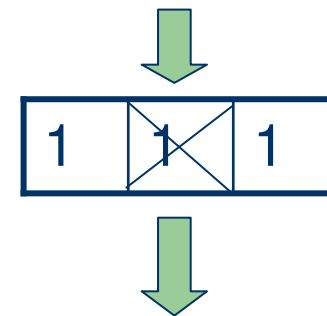


Imagem  
resultante



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

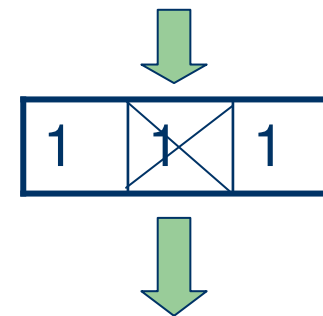


Imagem  
resultante



# Dilatação (hit)

- Exemplo de imagem de 1D (Hit):

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

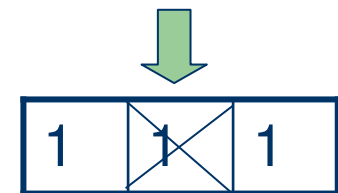


Imagem  
resultante



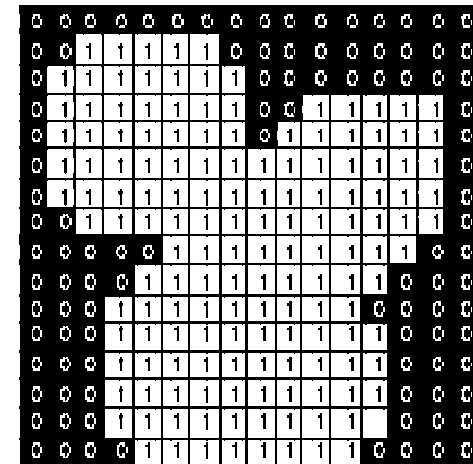
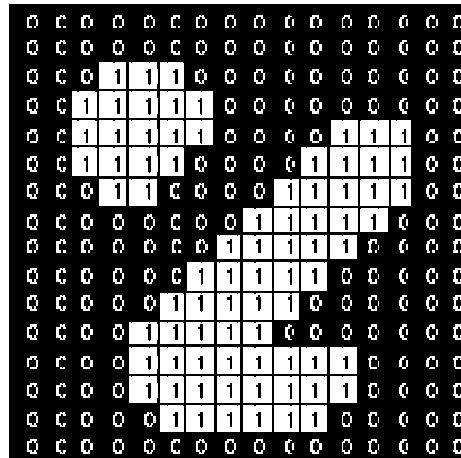
- O objeto fica maior e os vazios são preenchidos

# Dilatação (hit)

- Mais exemplos:

Elemento  
estruturante

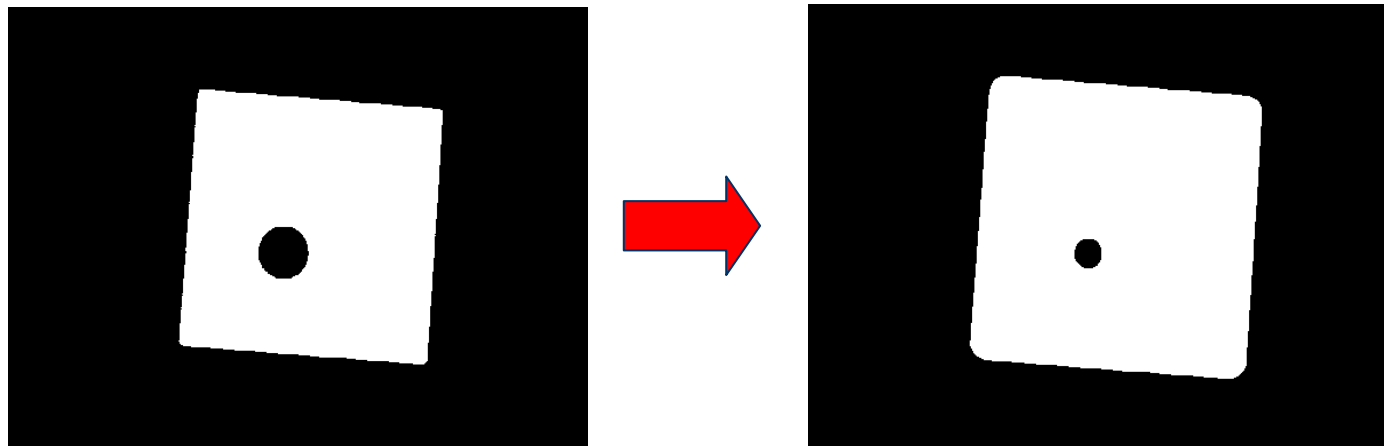
1	1	1
1	1	1
1	1	1



- Objetos são unidos e vazios são preenchidos.
- Cantos vivos são preservados.

# Dilatação (hit)

- Mais exemplos:



		1	1	1		
	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	①	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	
		1	1	1		

- Elemento estruturante no formato de disco  $\Rightarrow$  arredonda os cantos.
- Vazios no objeto são parcialmente preenchidos.

# Erosão (fit)

- A erosão de uma imagem **I** por um elemento estruturante **B** é dada por:

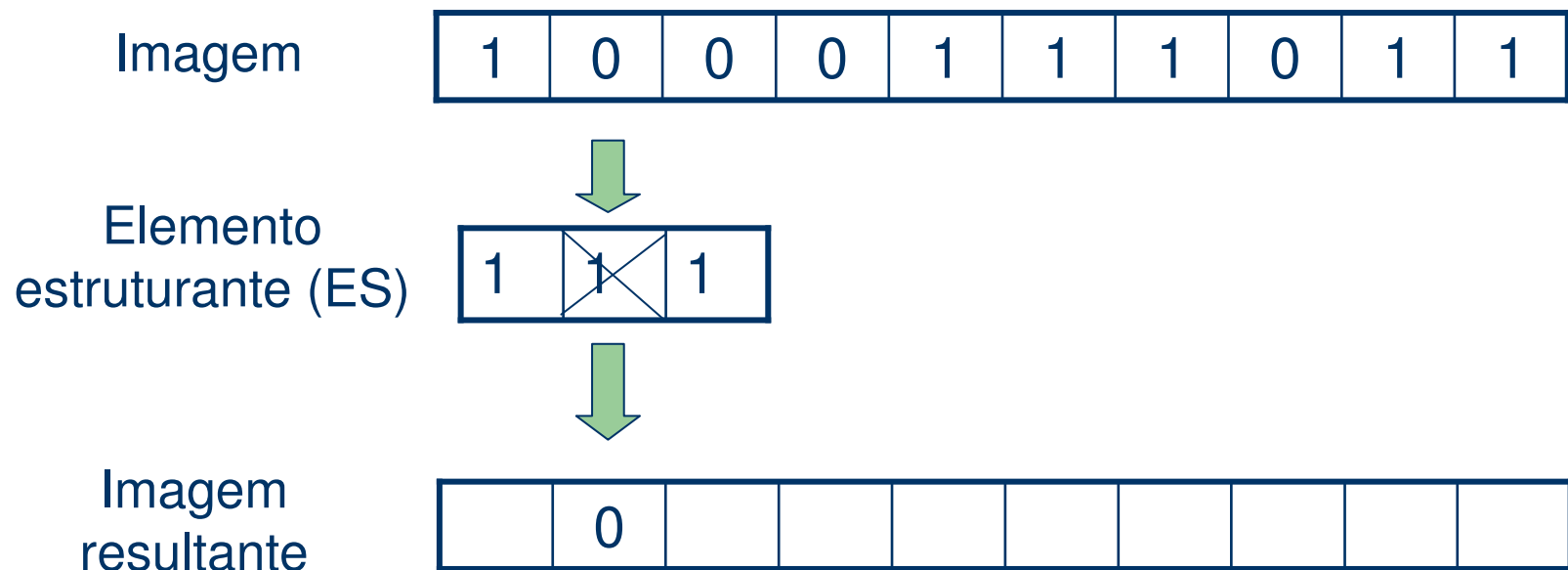
$$\mathbf{I} \ominus \mathbf{B} = \{d \in \mathbf{I}_N : d + b \in \mathbf{I}, b \in \mathbf{B}\}$$

- Erosão é usada para simplificar a estrutura de um objeto.
- Erosão decompõe objetos complexos em diversos objetos mais simples.
- Processo de **Fit**:
  - Se todos os "1"s e os "0"s presentes no ES se sobrepõem respectivamente com "1"s e "0"s da imagem  $\Rightarrow$  então pixel de saída = 1, senão = 0.



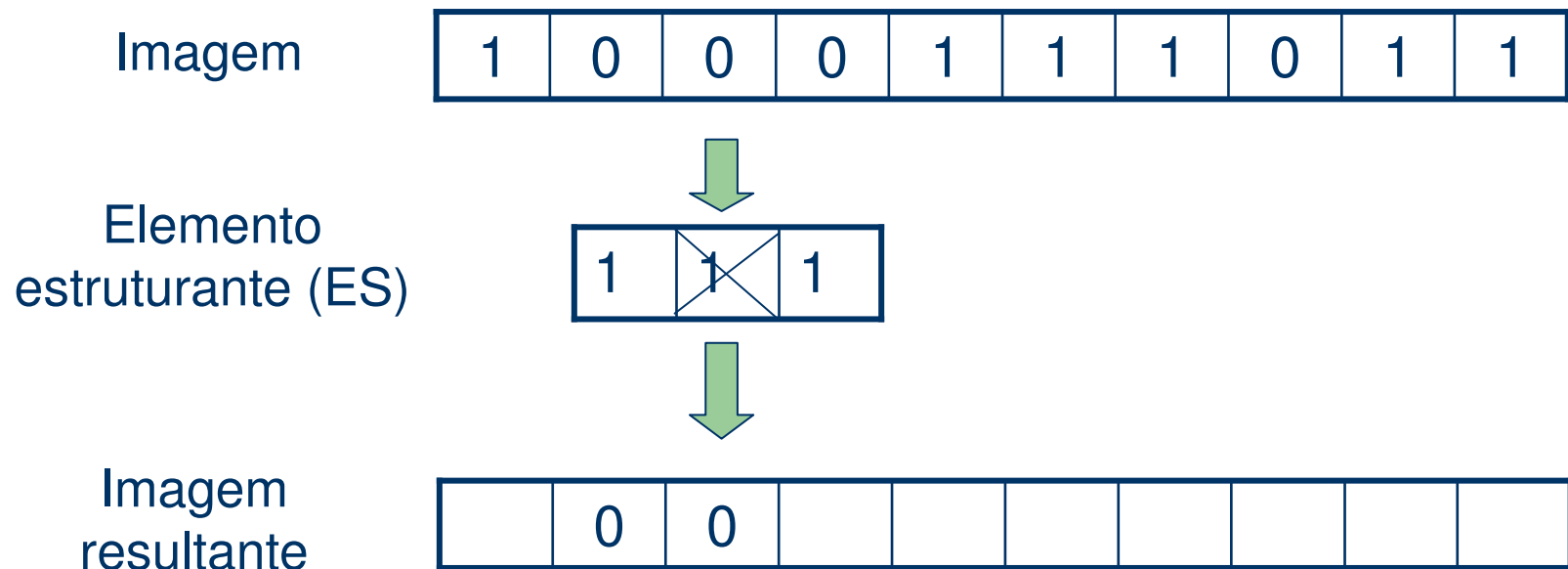
# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

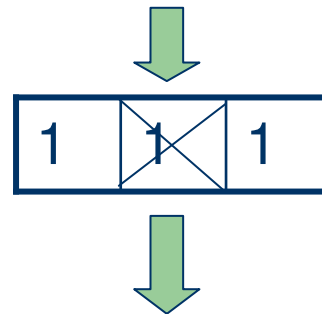


Imagem  
resultante



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

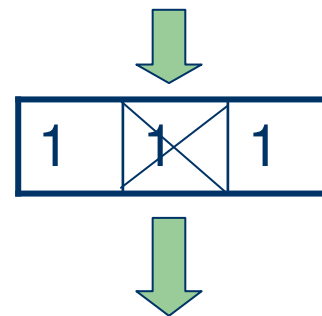


Imagem  
resultante



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

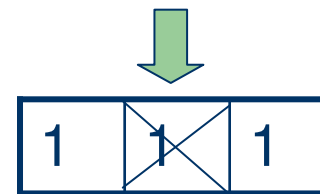
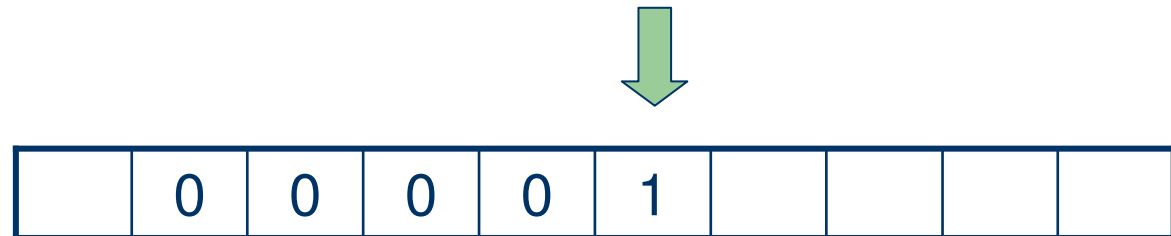


Imagem  
resultante



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)



Imagem  
resultante



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

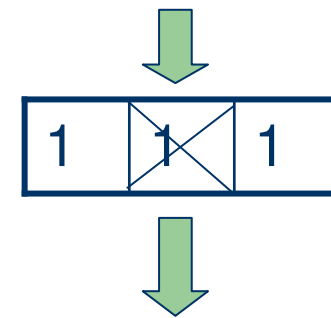


Imagem  
resultante



# Erosão (fit)

- Exemplo de imagem de 1D:

Imagem



Elemento  
estruturante (ES)

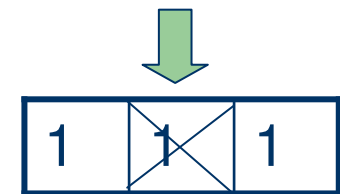


Imagem  
resultante



➤ O objeto fica menor.

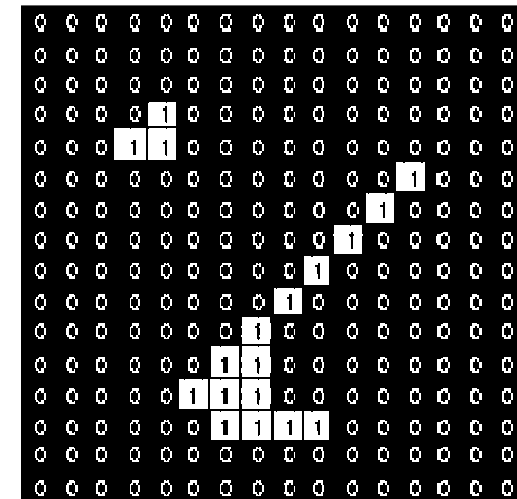
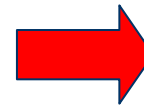
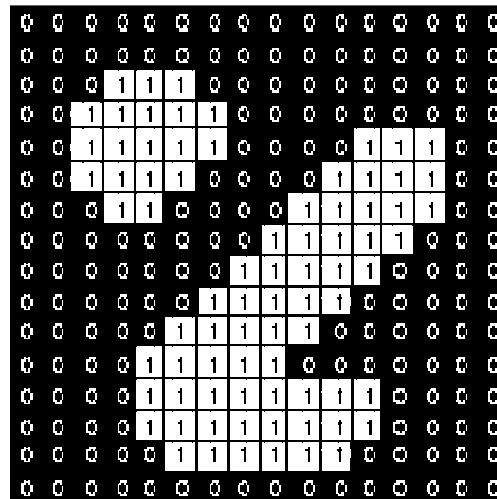


# Erosão (fit)

- Exemplos de imagem em 2D:

Elemento  
estruturante

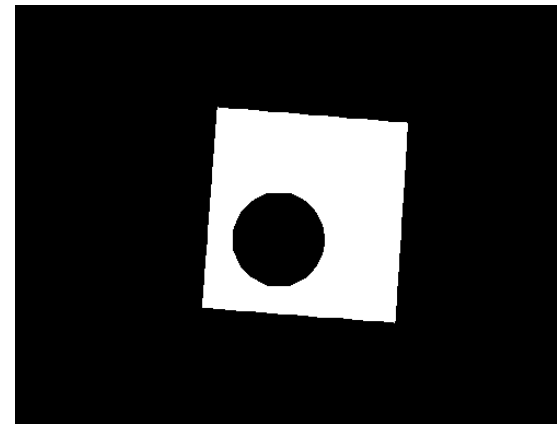
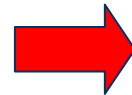
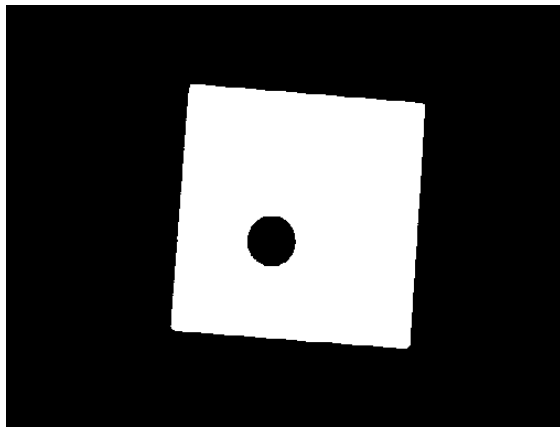
1	1	1
1	1	1
1	1	1



➤ O objeto fica menor.

# Erosão (fit)

- Mais exemplos:



		1	1	1		
	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	①	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	
		1	1	1		

- Elemento estruturante no formato de disco.
- O objeto fica menor, podendo até desaparecer.

# Elementos estruturantes

- Elementos estruturantes podem ter diversos tamanhos e formas.
- Usualmente os valores dos pixels do elemento é 0 ou 1, mas outros valores são possíveis (incluindo nenhum!).
- Elementos estruturantes tem origem.
- Locais vazios no elemento estruturante são “sem importância”.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

	1	
1	1	1
	1	

		1	1	1		
	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
		1	1	1		

1	1	
1	0	
1		0

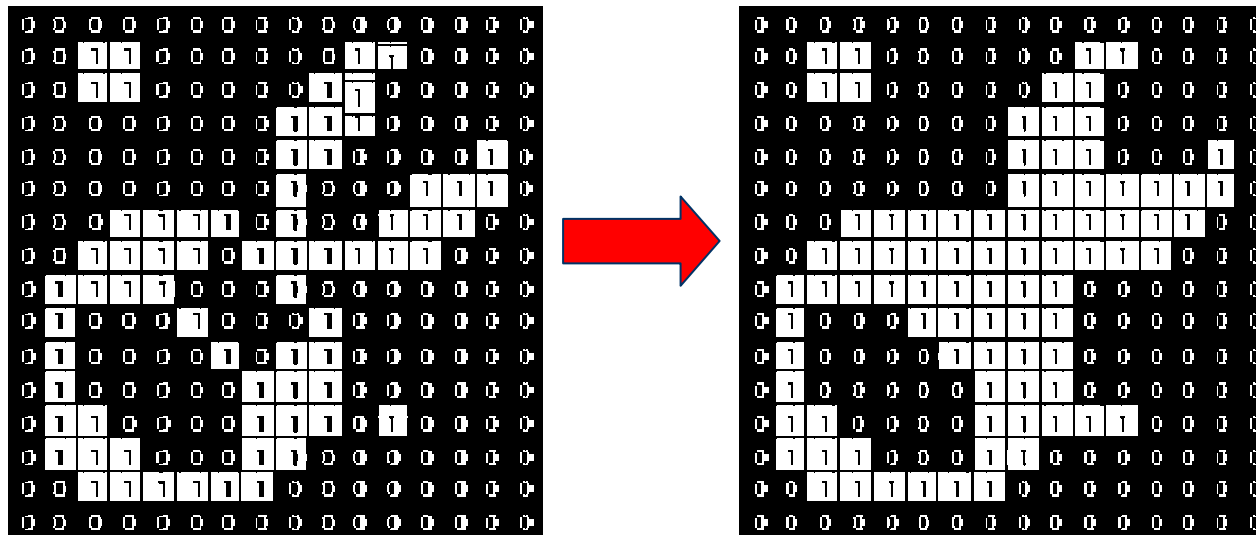
1	1	1
1	0	1
1	1	1

# Fechamento

- **Motivação**  $\Rightarrow$  preenche vazios mas mantém a forma e o tamanho do objeto inalterados.
- Fechamento  $\Rightarrow$  Dilatação + Erosão:  
$$\mathbf{A \bullet B = (A \oplus B) \circ B}$$
  - Usa o mesmo elemento estruturante tanto na dilatação como na erosão;
  - Similar à dilatação mas é menos deformante.
- O fechamento preenche vazios em todos locais onde o elemento estruturante não se encaixa totalmente dentro da imagem.
- Operações repetidas de fechamento com o mesmo elemento estruturante não tem nenhum efeito além da primeira operação!

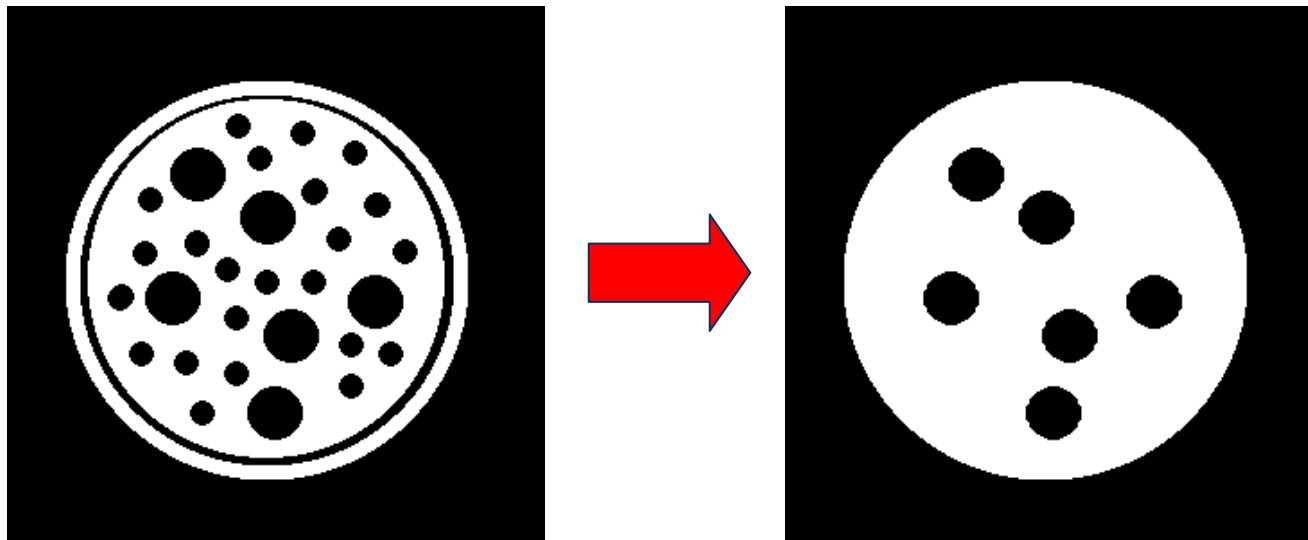
# Fechamento

- Exemplo:
  - Elemento estruturante  $\Rightarrow$  quadrado 3x3.



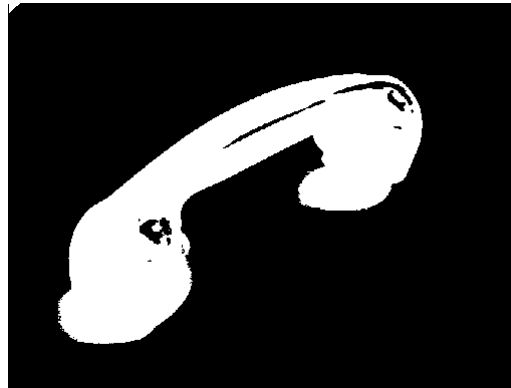
# Fechamento

- Exemplo:
  - Elemento estruturante  $\Rightarrow$  disco com 22 pixels.



# Fechamento

- Exemplo:
  - Primeira operação de limiarização;
  - Seguida de fechamento com elemento estruturante tipo disco de 20 pixels.



# Imagens coloridas

- Processamento morfológico em imagens coloridas:
  - Elemento estruturante com pixels de cor definida;
  - Pode ser necessário usar 3 elementos estruturantes, cada uma para um plano do espaço de cor;
  - Deve considerar uma tolerância entre a cor da imagem e a cor do elemento estruturante;
  - Processo não muito trivial.



# Exercícios

1. Realize o processo de fechamento nas seguintes imagens com o elemento estruturante dado.

		1							
	1	1	1				1		
								1	
				1					
				1	1				1
			1	1	1	1			1
			1						1
							1	1	

Imagem 1

1	1	1	1	1	1	1			
			1	1	1	1			
			1	1	1	1			
		1	1	1	1	1			
			1	1	1	1			
		1	1						

Imagem 2

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Elemento estruturante