

Operadores morfológicos

Prof. Aurélio Hoppe

aureliof@furb.br

<http://www.inf.furb.br/~aurelio/>

Grupo de Processamento de Imagens,
Análise de Dados, Robótica e
Simulação computacional

Bibliografia

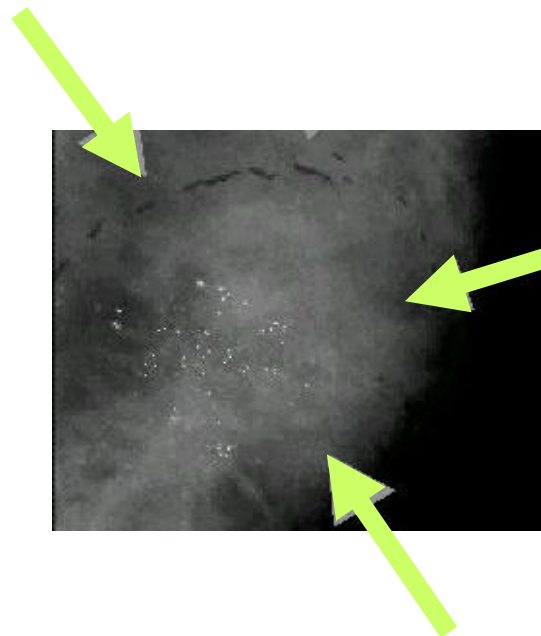


Processamento digital de imagens, 3ª ed.

Rafael C. Gonzalez e Richard E. Woods

Introdução

- A mamografia é um dos métodos mais confiáveis e efetivos na visualização das microcalcificações que podem identificar se um tumor é maligno ou não-maligno. Porém, as mamografias possuem muitos ruídos que prejudicam a visualização das microcalcificações



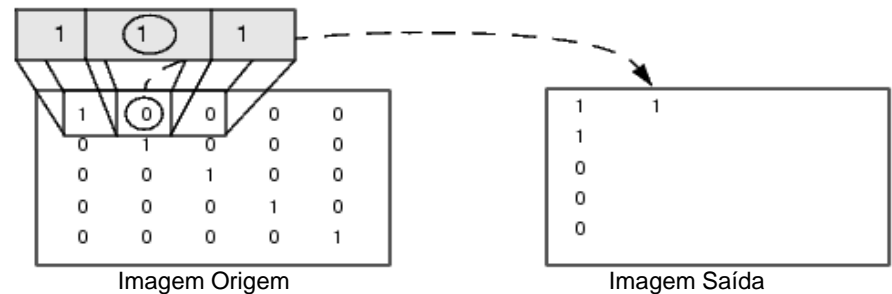
Mamografia apresentando agrupamento de microcalcificações

Operadores Morfológicos

- Permite a extração de informações relativas à geometria e à topologia de uma imagem baseando-se na teoria dos conjuntos

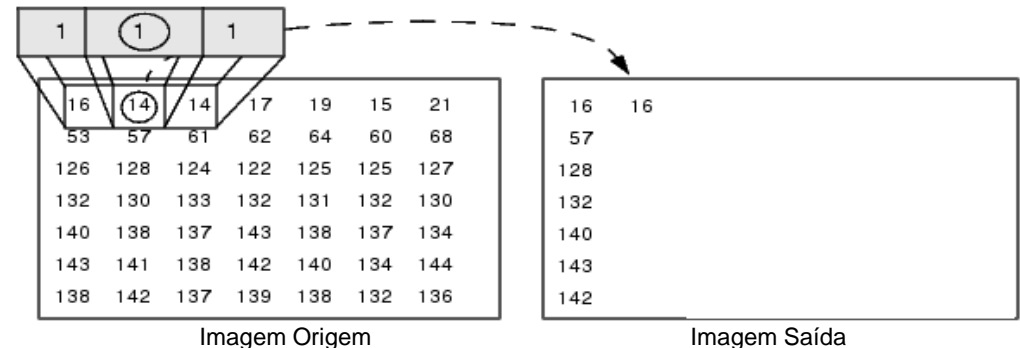
□ Morfologia binária

- Procura-se uma configuração de pontos pretos e brancos



■ Morfologia níveis de cinza

- Baseia-se no valor Mínimo/Máximo de sua vizinhança



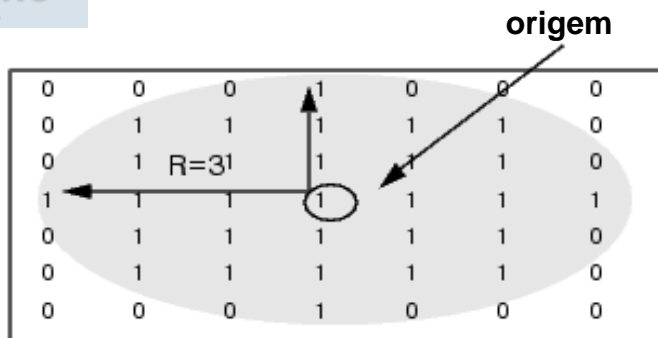
Operadores Morfológicos

■ Elementos estruturantes

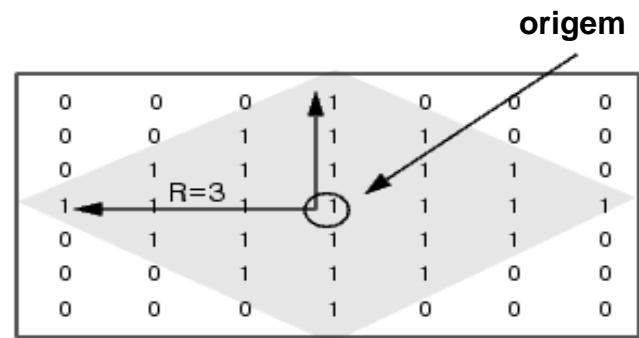
(Structuring Element – SE)

Plano

(Flat)



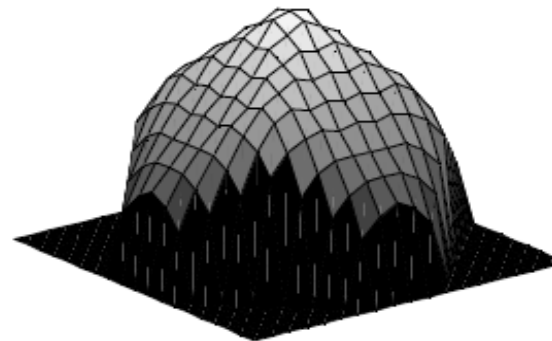
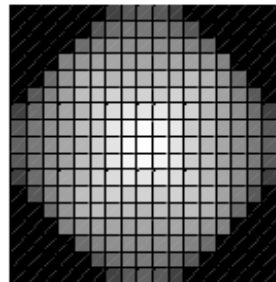
Disco



Diamante

Não Plano

(Non-Flat)



Bola

Operadores Morfológicos

Não Plano

```
>> strel('ball',5,2,0)
```

```
ans =
```

Nonflat STREL object containing 81 neighbors.

Neighborhood:

0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Height:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.8944	1.1314	1.2000	1.1314	0.8944	0	0	0
0	0	1.0583	1.3856	1.5492	1.6000	1.5492	1.3856	1.0583	0	0
0	0.8944	1.3856	1.6492	1.7889	1.8330	1.7889	1.6492	1.3856	0.8944	0
0	1.1314	1.5492	1.7889	1.9183	1.9596	1.9183	1.7889	1.5492	1.1314	0
0	1.2000	1.6000	1.8330	1.9596	2.0000	1.9596	1.8330	1.6000	1.2000	0
0	1.1314	1.5492	1.7889	1.9183	1.9596	1.9183	1.7889	1.5492	1.1314	0
0	0.8944	1.3856	1.6492	1.7889	1.8330	1.7889	1.6492	1.3856	0.8944	0
0	0	1.0583	1.3856	1.5492	1.6000	1.5492	1.3856	1.0583	0	0
0	0	0	0.8944	1.1314	1.2000	1.1314	0.8944	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Plano

```
>> strel('disk',5)
```

```
ans =
```

Flat STREL object containing 69 neighbors.

Decomposition: 6 STREL objects containing a total of 18 neighbors

Neighborhood:

0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
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	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0

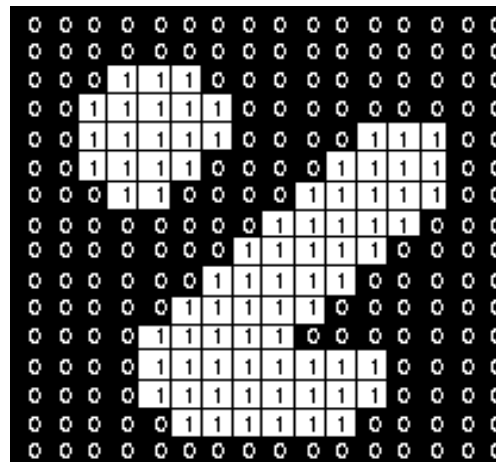
Operadores Morfológicos

■ Dilatação (Dilation)

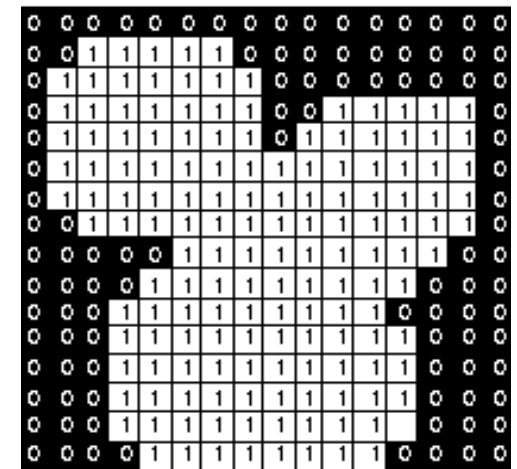
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Dilatação



- Baseia-se no valor máximo de sua vizinhança
- Clareia a imagem
- Alarga e engorda os picos (padrões claros)
- Reduz e as vezes elimina vales (padrões escuros)

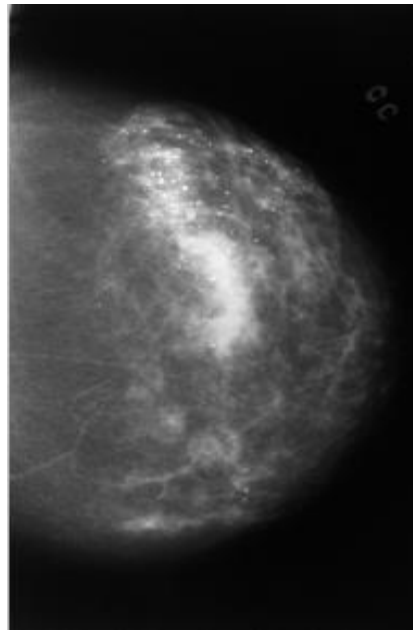
Operadores Morfológicos

■ Exemplo dilatação

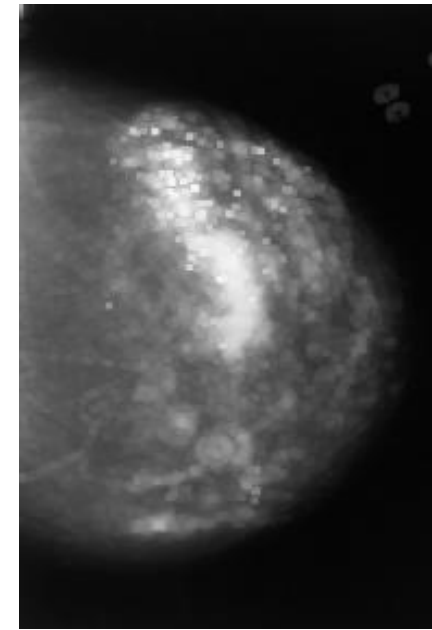
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Dilatação



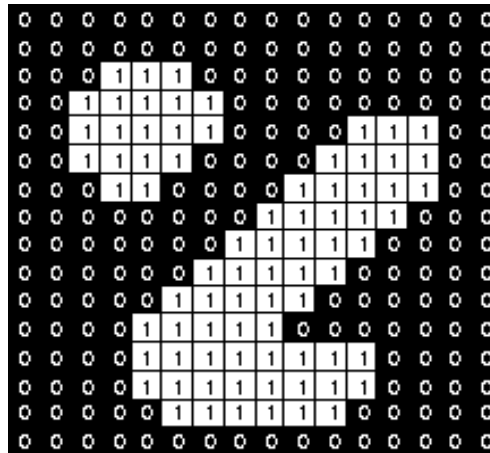
Operadores Morfológicos

■ Erosão (Erosion)

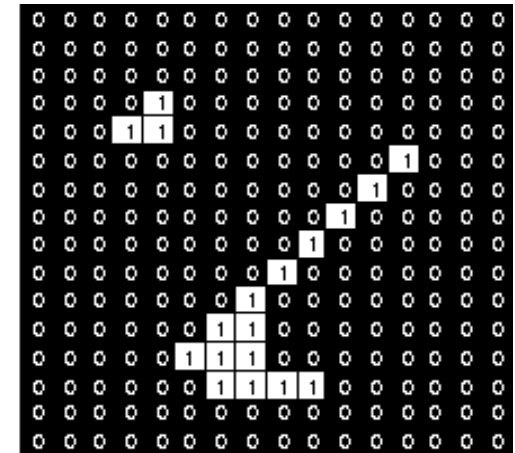
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Erosão



- Baseia-se no valor mínimo de sua vizinhança
- Escurece a imagem
- Alarga e engorda os vales (padrões escuros)
- Reduz e as vezes elimina picos (padrões claros)

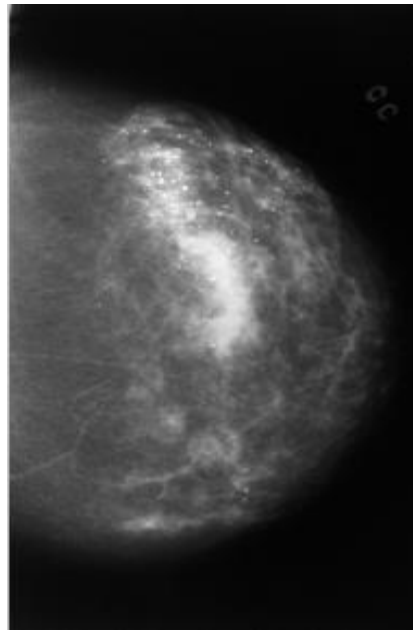
Operadores Morfológicos

■ Exemplo erosão

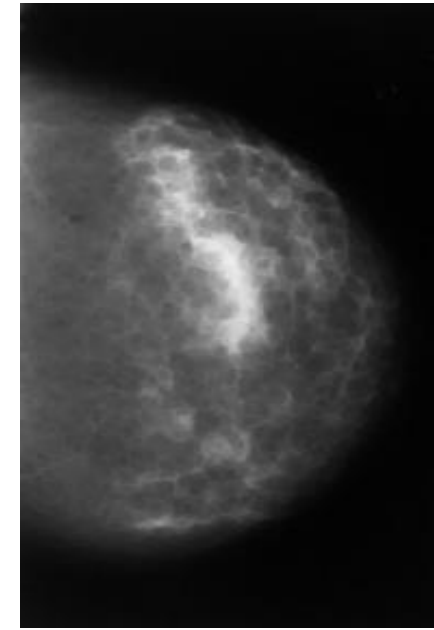
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Erosão



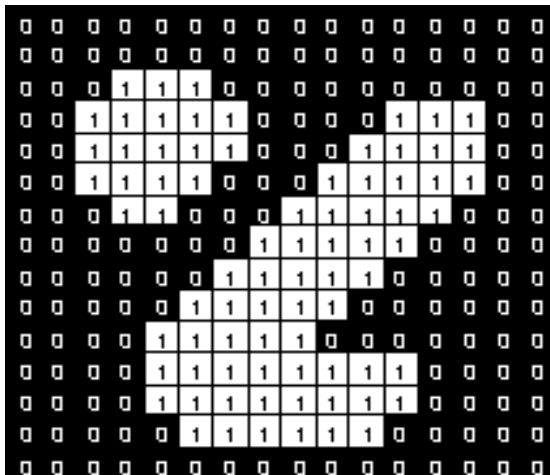
Operadores Morfológicos

■ Abertura (Opening)

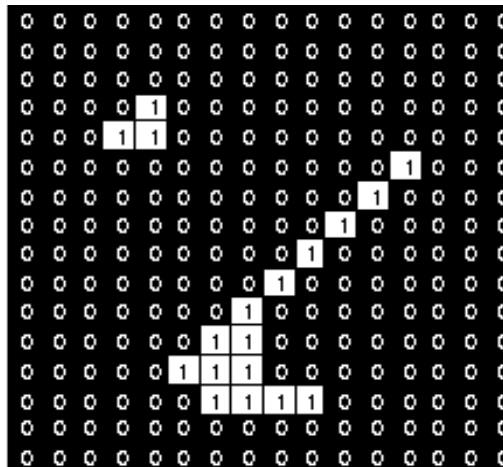
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original

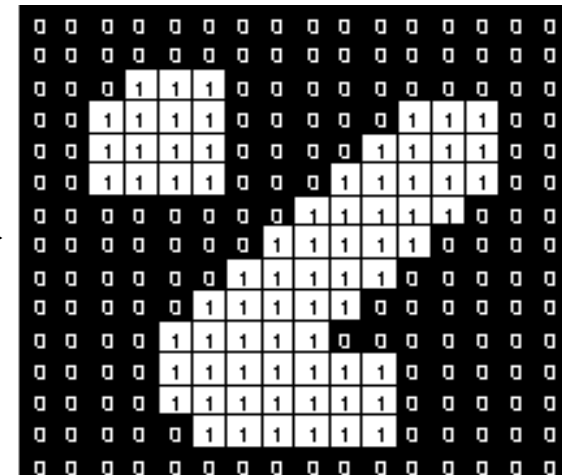


Erosão



+

Dilatação



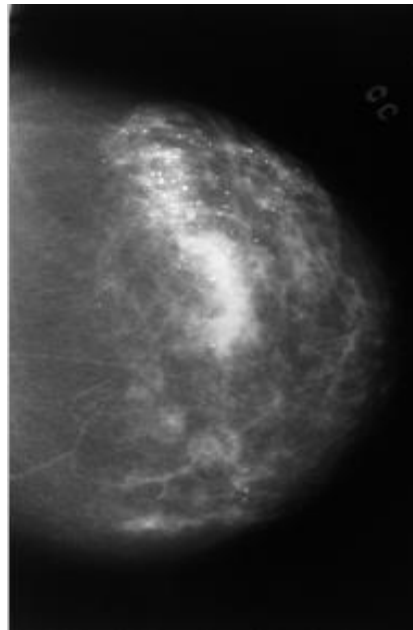
Operadores Morfológicos

■ Exemplo abertura (erosão + dilatação)

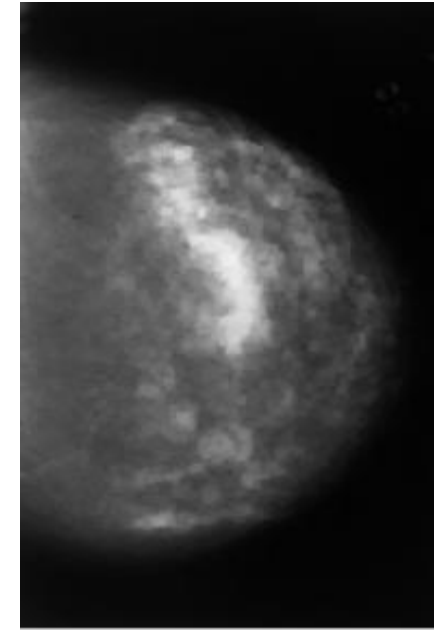
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Abertura



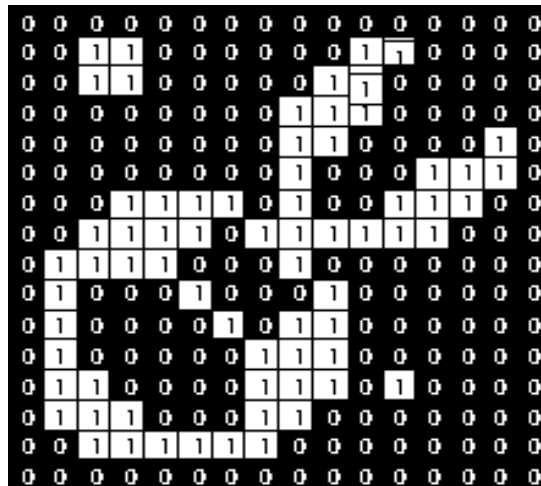
Operadores Morfológicos

■ Fechamento (Closing)

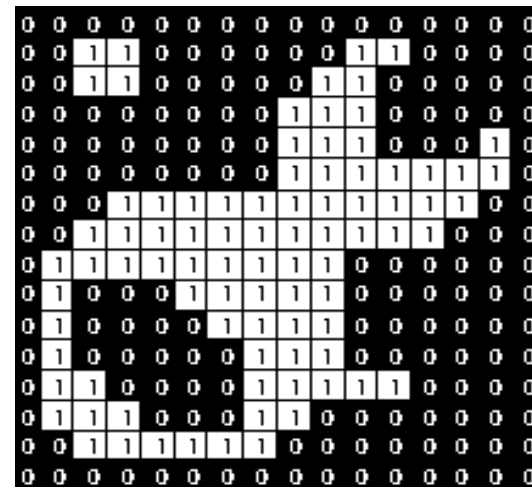
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Dilatação + Erosão



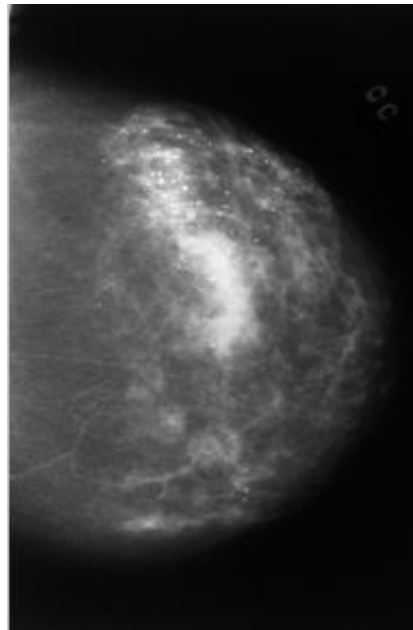
Operadores Morfológicos

■ Exemplo fechamento (dilatação + erosão)

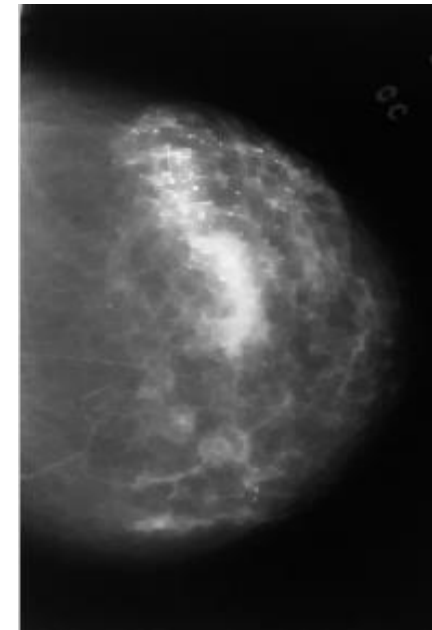
Elemento Estruturante - SE

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Imagem Original



Fechamento



Operadores Morfológicos

■ Transformada TOP-HAT por Abertura

- Uma das maneiras de detectar picos em imagens é a combinação entre a imagem original e a imagem correspondente aberta

ABERTURA = erosão + dilatação

top_hat_ABERTURA = imagem original – ABERTURA

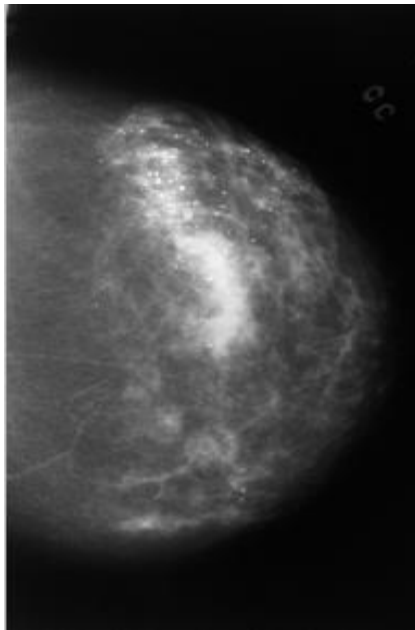
➤ Efeitos:

- ❖ Permite a eliminação de picos
- ❖ Permite a remoção de ruídos
- ❖ Elimina a falta de homogeneidade

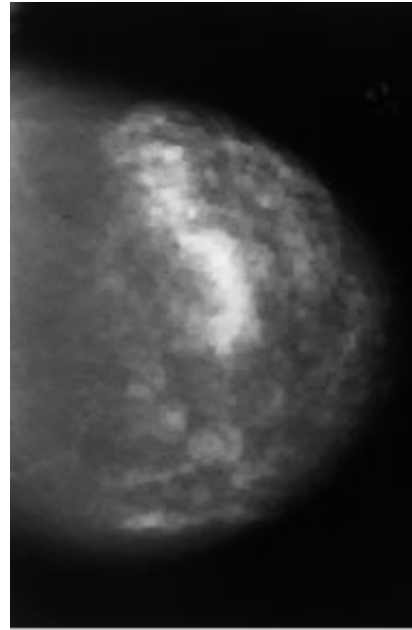
Operadores Morfológicos

- Exemplo top-hat por abertura

Imagem Original



Abertura



Top-hat



-

=

Realce do Contraste

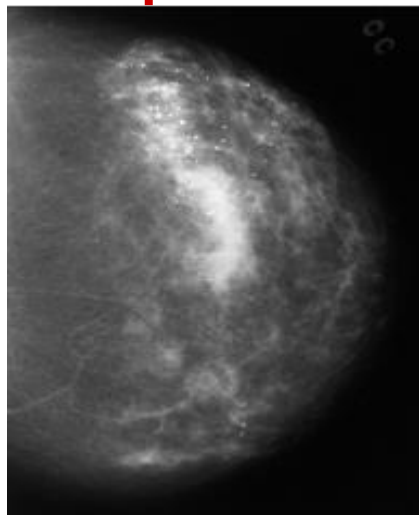
■ PASSOS:

1. Defina o elemento estruturante a ser utilizado
2. Aplique a transformada top-hat por abertura na imagem original
3. Aplique a transformada top-hat por fechamento na imagem original
4. Some a imagem original e o resultante da transformada top-hat por abertura (item 2)
5. Subtraia da soma (item 4) o resultante da transformada top-hat por fechamento (item 3)

Realce do Contraste

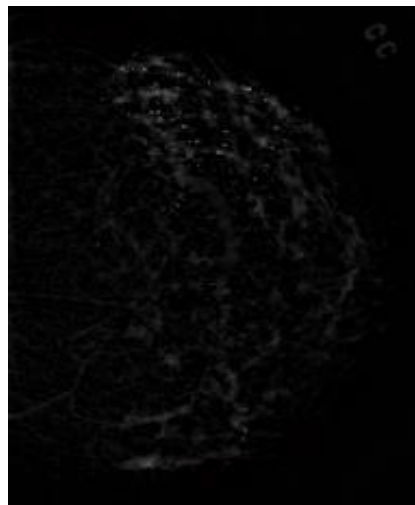
■ Exemplo:

Elemento estruturante
planar 'disk'

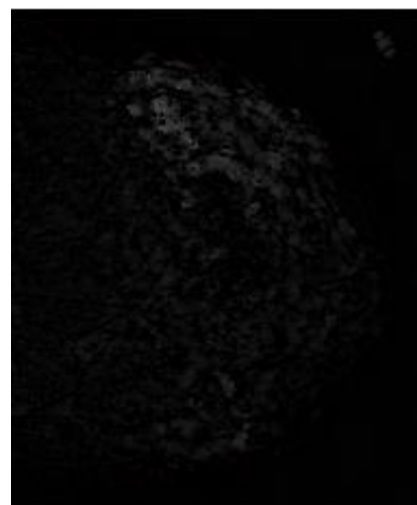


Elemento estruturante
não planar 'ball'

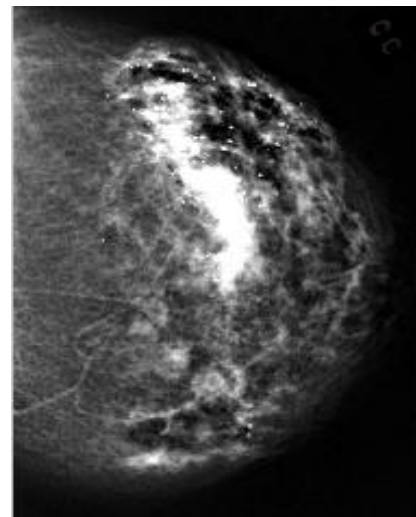
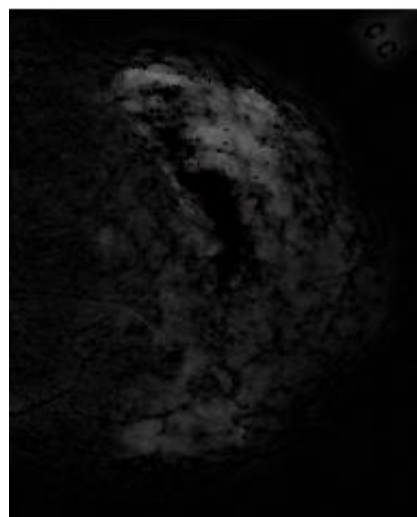
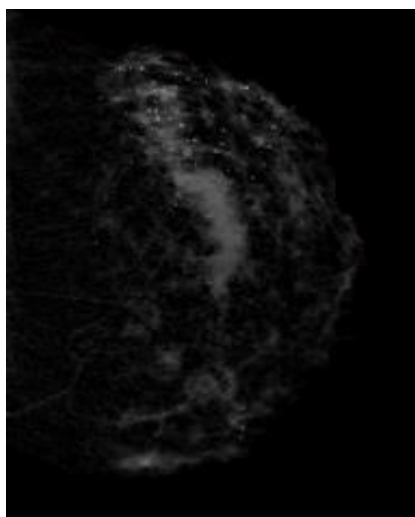
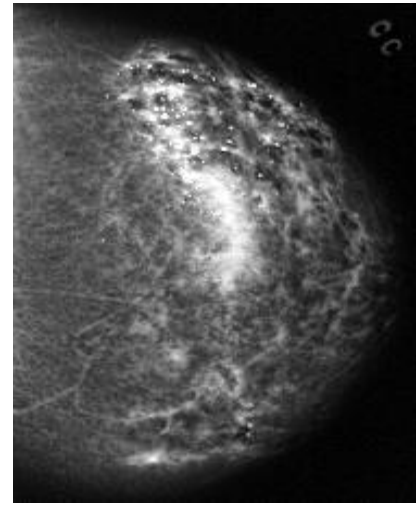
Top-hat por Abertura



Top-hat por Fechamento

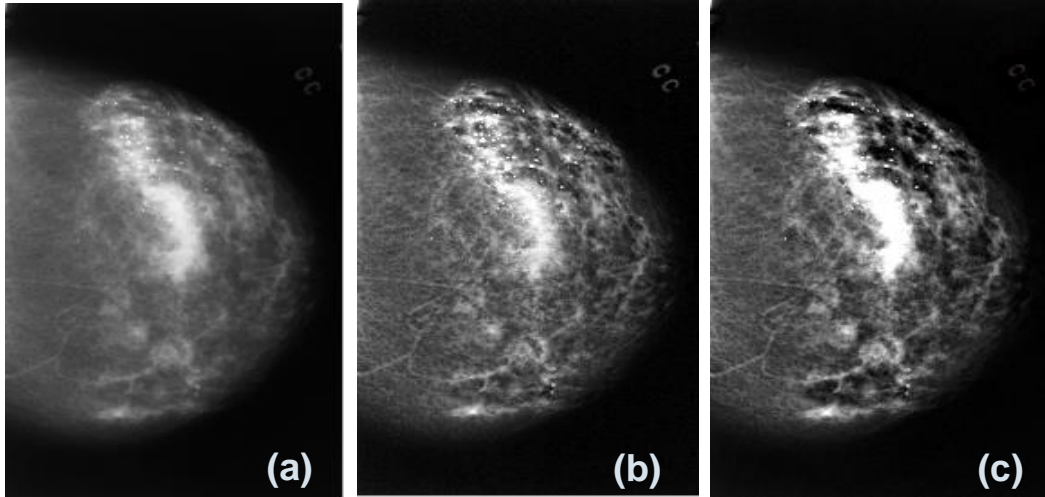


(Imagem + Abertura) – Fechamento



Resultados

Obtido



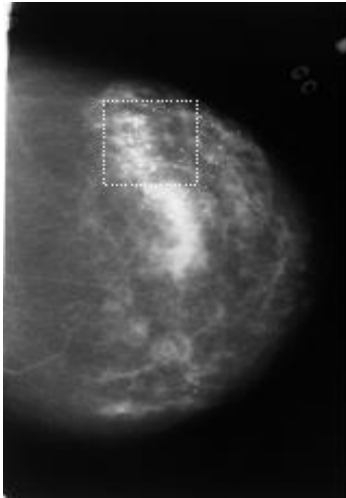
a) Mamografia Original

b) Realce usando elemento estruturante planar 'disk'

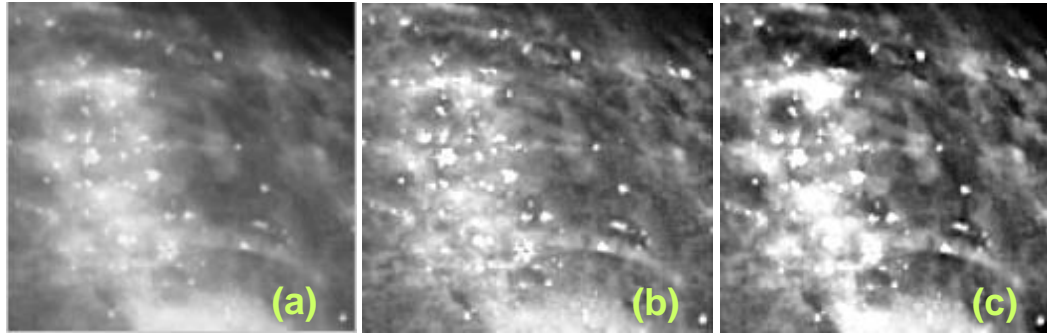
c) Realce usando elemento estruturante não planar 'ball'

Resultados

Mamografia Original



Obtido



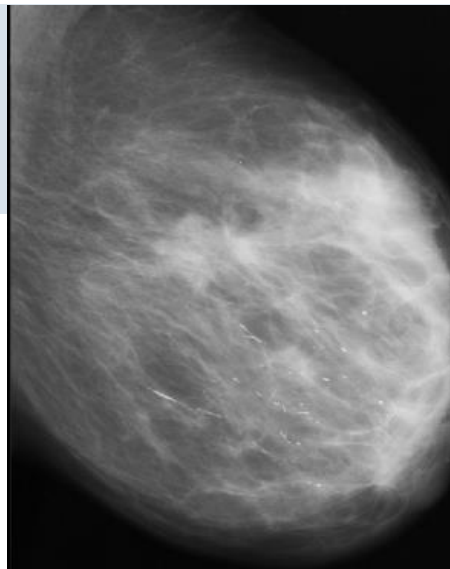
- a) Fragmento da mamografia original
- b) Realce usando elemento estruturante planar 'disk'
- c) Realce usando elemento estruturante não planar 'ball'

Detectando Microcalcificações

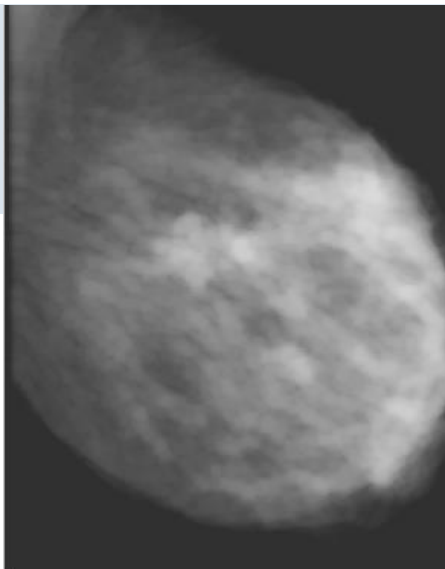
■ PASSOS:

1. Defina como elemento estruturante o tipo 'ball' (não planar)
2. Dilate a imagem origem
3. Aplique a transformada top-hat por abertura na imagem original
4. Aplique a transformada top-hat por fechamento na imagem original
5. Some a imagem original e o resultante da transformada top-hat por abertura (item 3)
6. Subtraia da soma (item 5) o resultante da transformada top-hat por fechamento (item 4)
7. Subtraia da imagem dilatada (item 2) o resultante do item 6
8. Utilize um limiar para extrair as possíveis microcalcificações

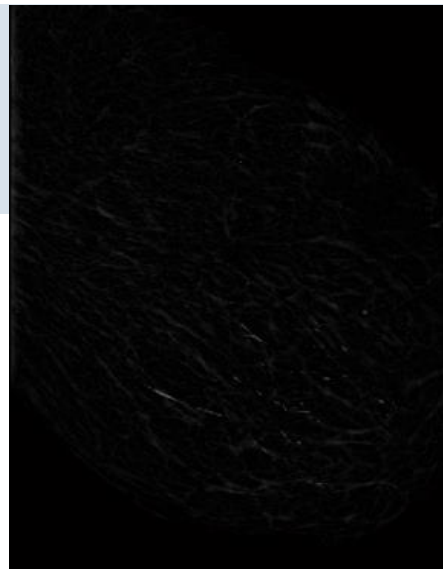
Imagem Original



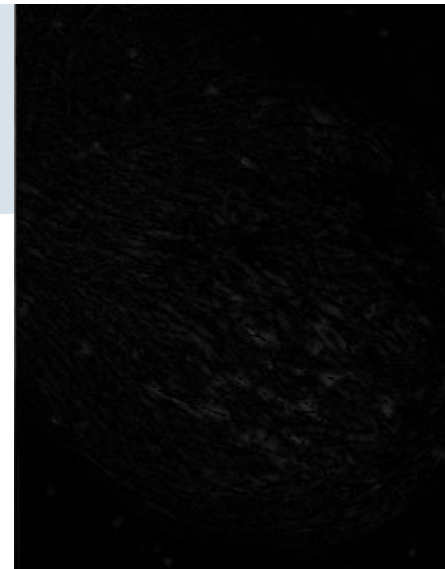
Dilatação



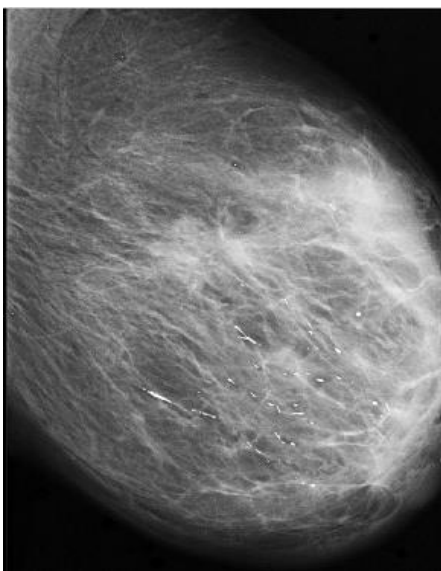
Top-hat por Abertura



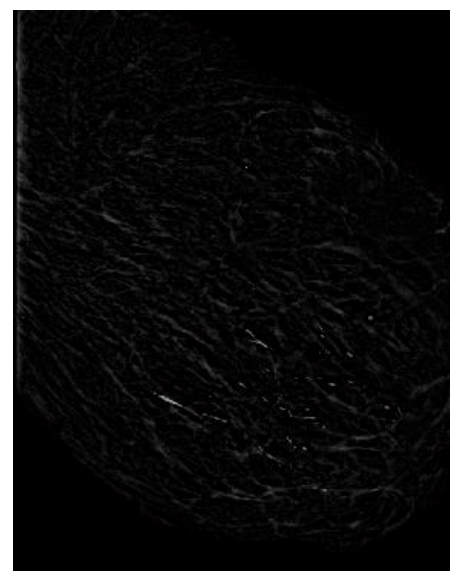
Top-hat por Fechamento



Realce do contraste



Fundo(Contraste – Dilatação)

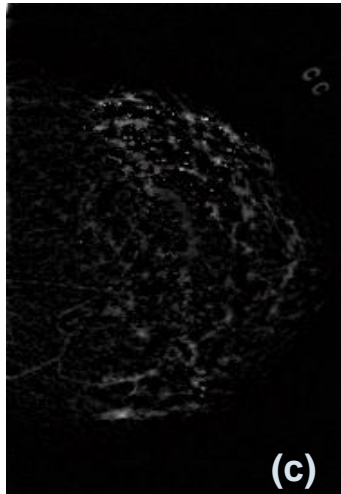
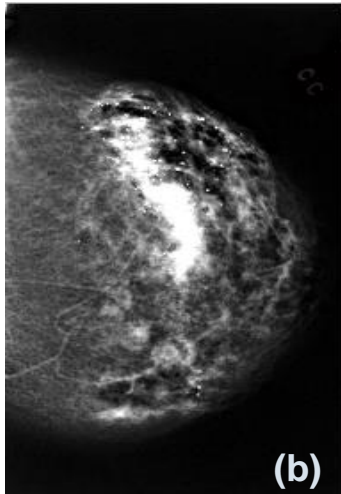
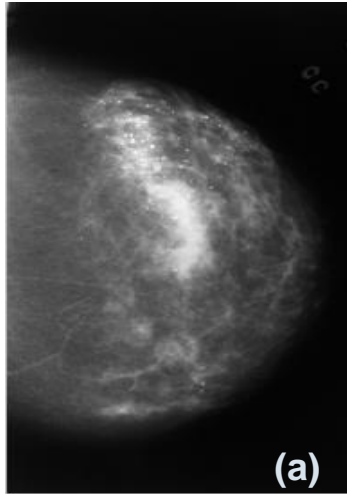


Thresholding > 100



Resultados

Obtido



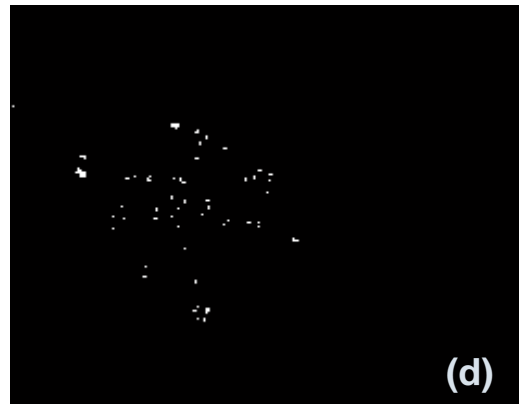
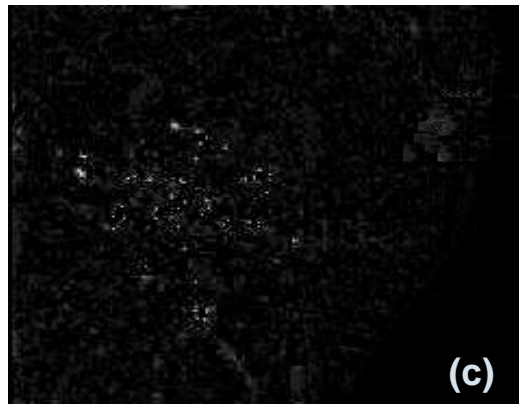
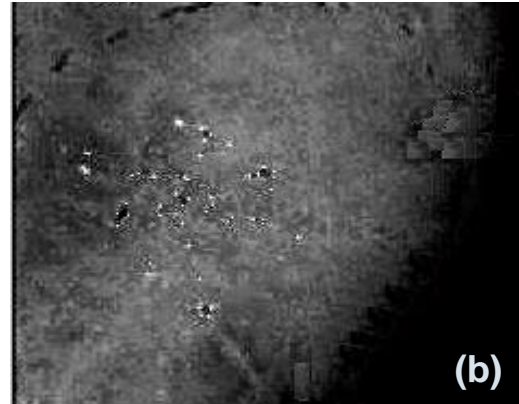
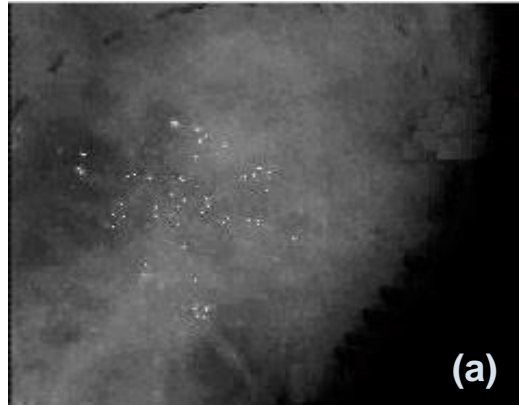
a) Mamografia Original

b) Imagem após a utilização do elemento estruturante não planar 'ball'

c) Removendo o fundo

d) Aplicando um limiar em (c) para extrair possíveis microcalcificações

Resultados



a) Mamografia Original

b) Imagem após a utilização do elemento estruturante não planar 'ball'

c) Removendo o fundo

d) Aplicando um limiar em (c) para extrair possíveis microcalcificações