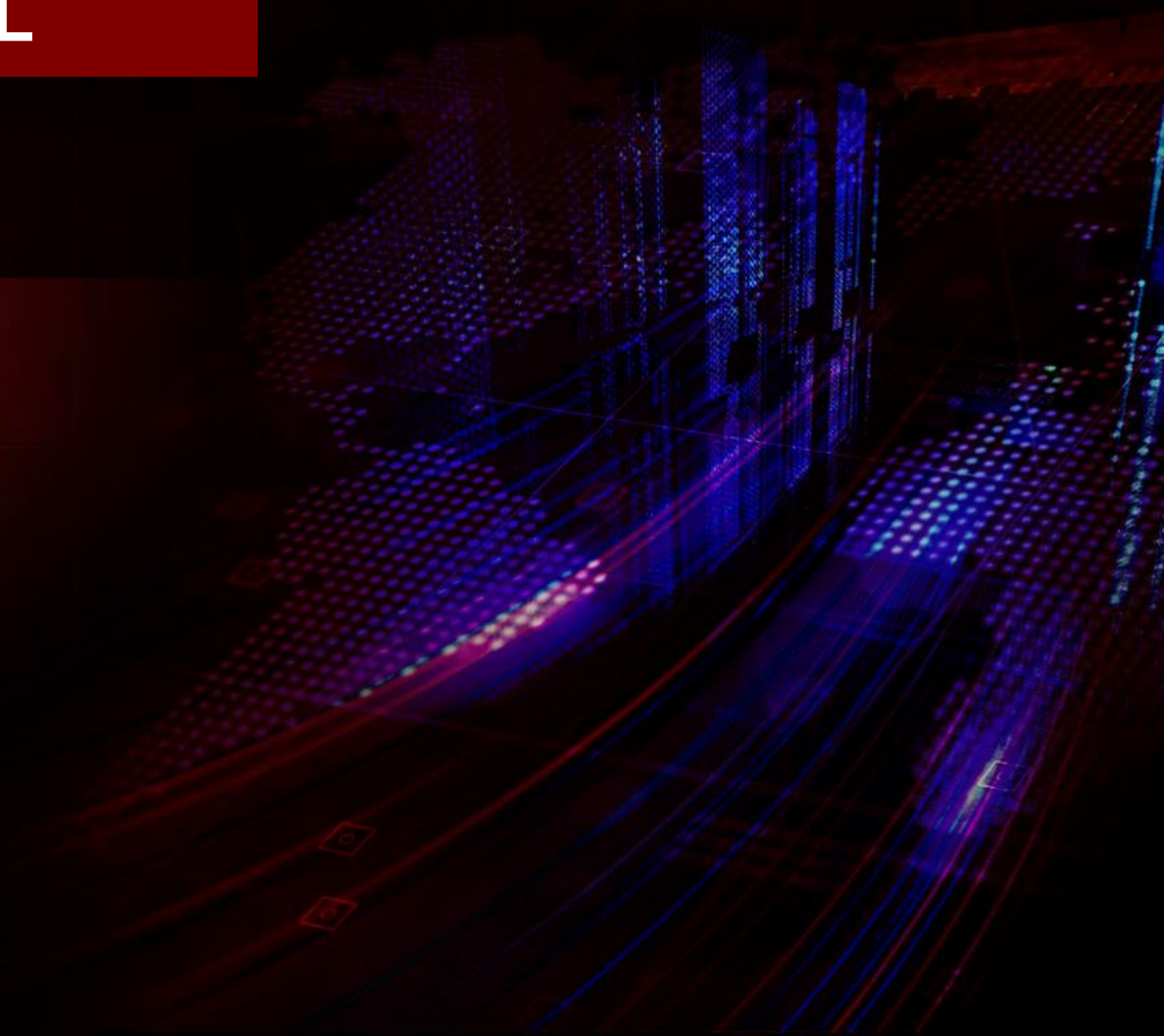


# VISÃO COMPUTACIONAL

## Limiarização



# TÓPICOS

1. Introdução
2. Limiarização global
3. Limiarização múltipla
4. Limiarização variável e multivariável
5. Crescimento de regiões



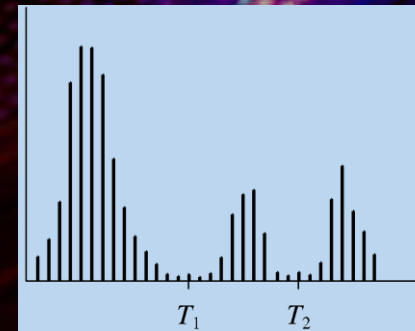
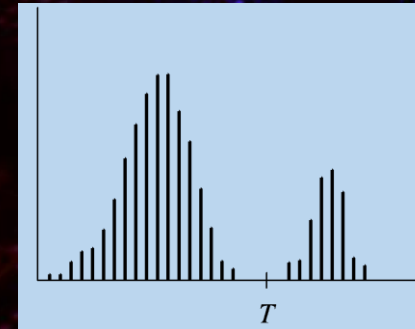
# FUNDAMENTOS

- Técnica de segmentação por similaridade
  - Propriedades intuitivas
  - Fácil implementação
  - Velocidade computacional

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

- Limiarização múltipla

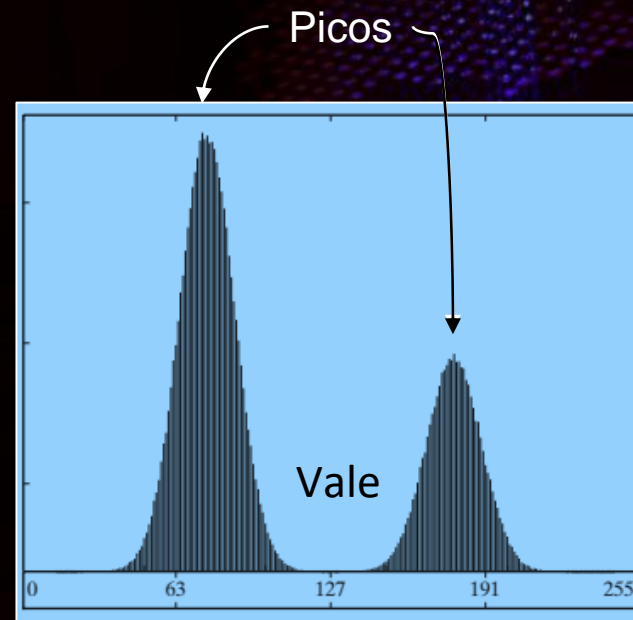
$$g(x, y) = \begin{cases} a & \text{if } f(x, y) > T_2 \\ b & \text{if } T_1 < f(x, y) \leq T_2 \\ c & \text{if } f(x, y) \leq T_1 \end{cases}$$





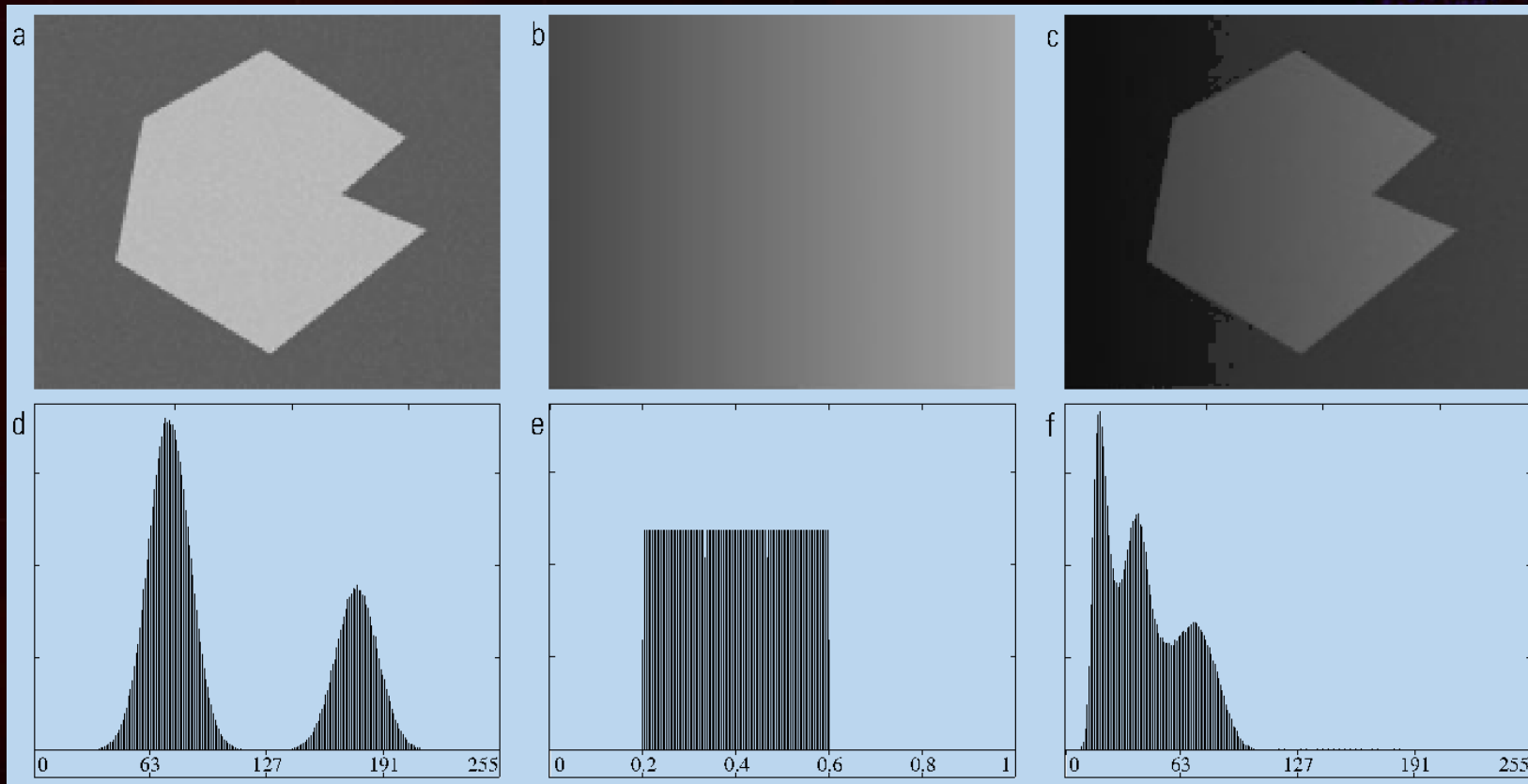
# FUNDAMENTOS

- O sucesso da limiarização está diretamente relacionado com a largura e a profundidade do(s) vale(s).
- Os principais fatores que afetam os vales são:
  - A separação entre picos
  - O índice de ruído da imagem
  - O tamanho relativo dos objetos e do fundo
  - A uniformidade da fonte de iluminação
  - A uniformidade das propriedades de reflexão da imagem



# LIMIARIZAÇÃO

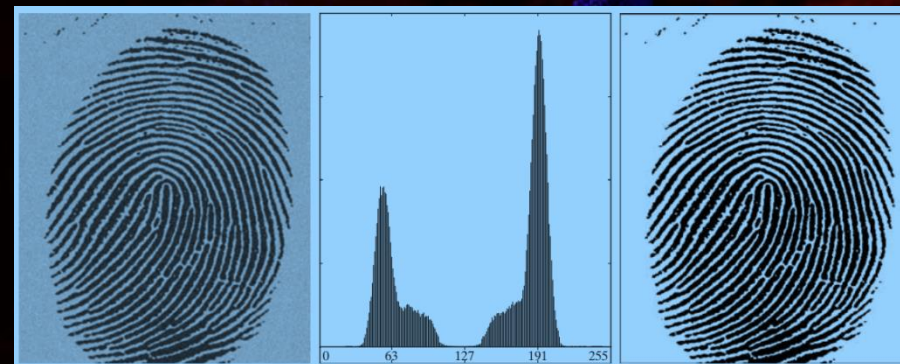
- O papel da iluminação e reflectância



# LIMIARIZAÇÃO

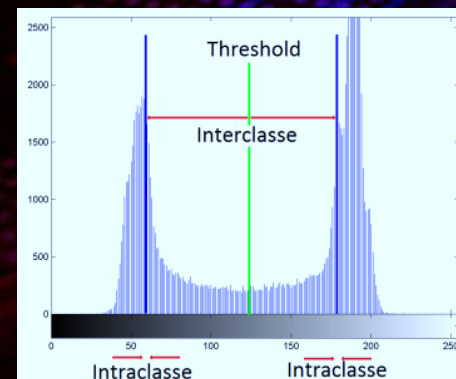
- Limiarização global simples e iterativa

- $\Delta T = 0$



- Limiarização global ótima (Otsu)

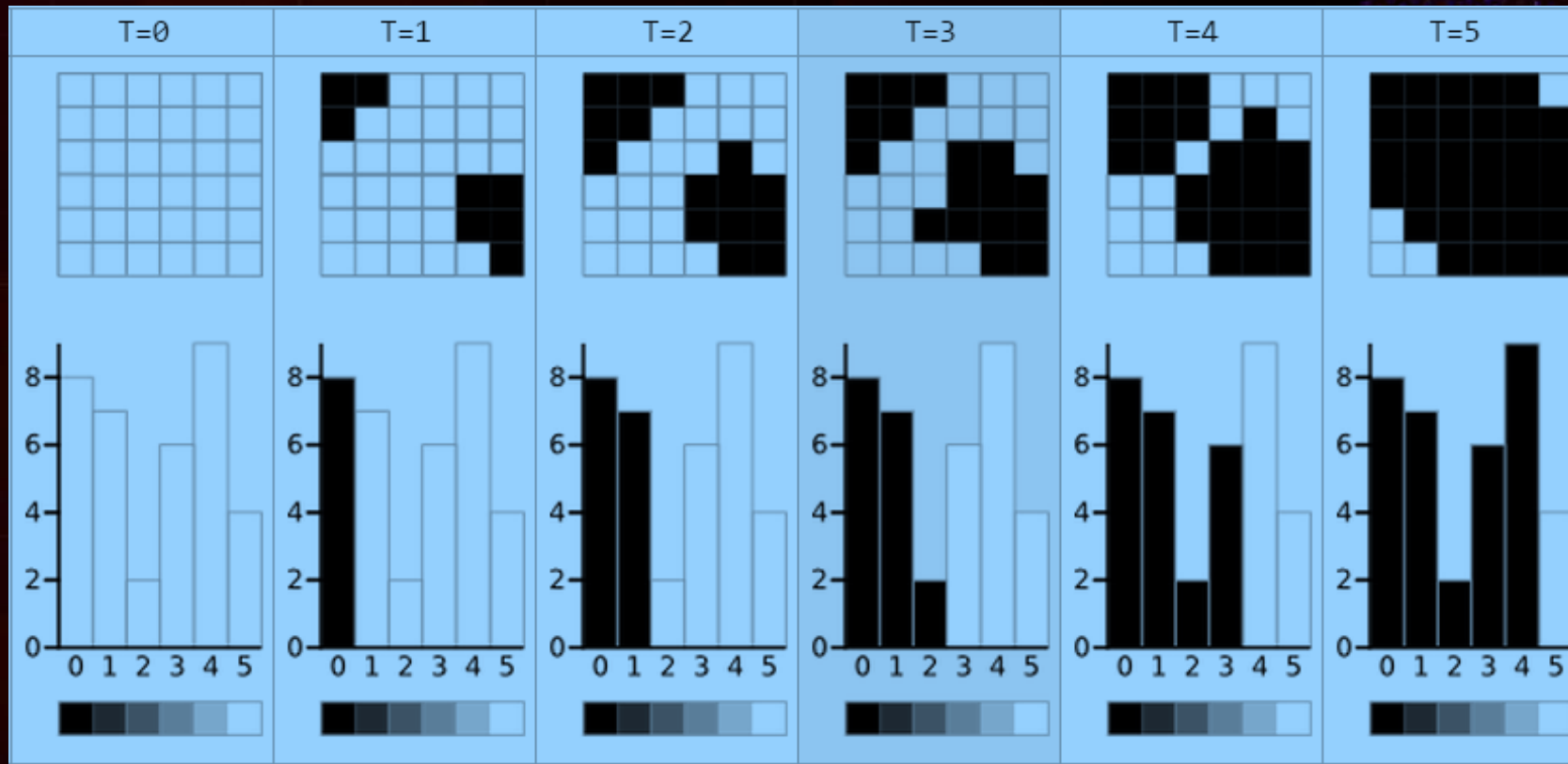
- Máx/mín variância entre/intra classes
  - Uma vantagem é que seus cálculos acontecem sobre o histograma, com processamentos rápidos e simples





# MÉTODO DE OTSU

- Resultado



# LIMIARIZAÇÃO

- Limiarização pelo método de Otsu  
(imagem de microscópio ótico de células polimerosomas)

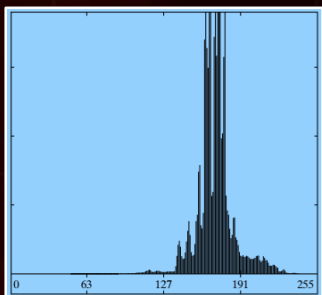
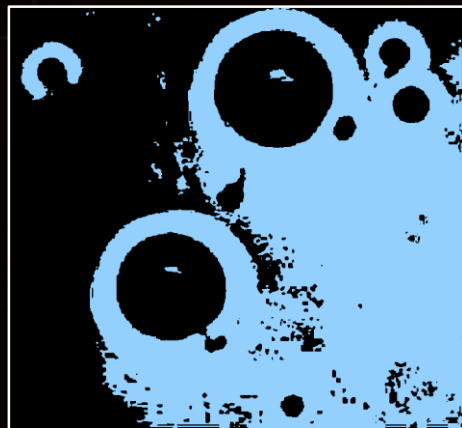


Imagem original



Limiarização global  
simples  
( $T = 169$ )



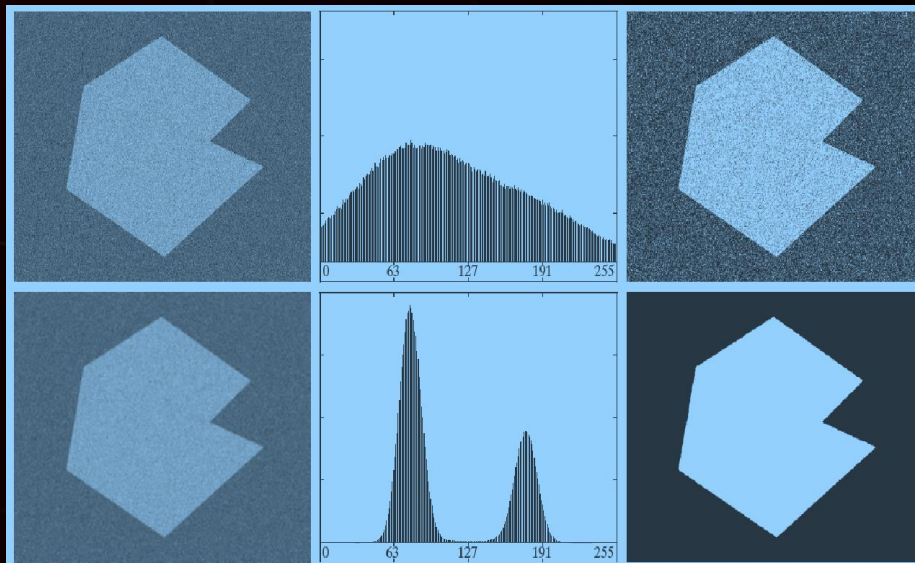
Método de Otsu  
( $T = 181$ )





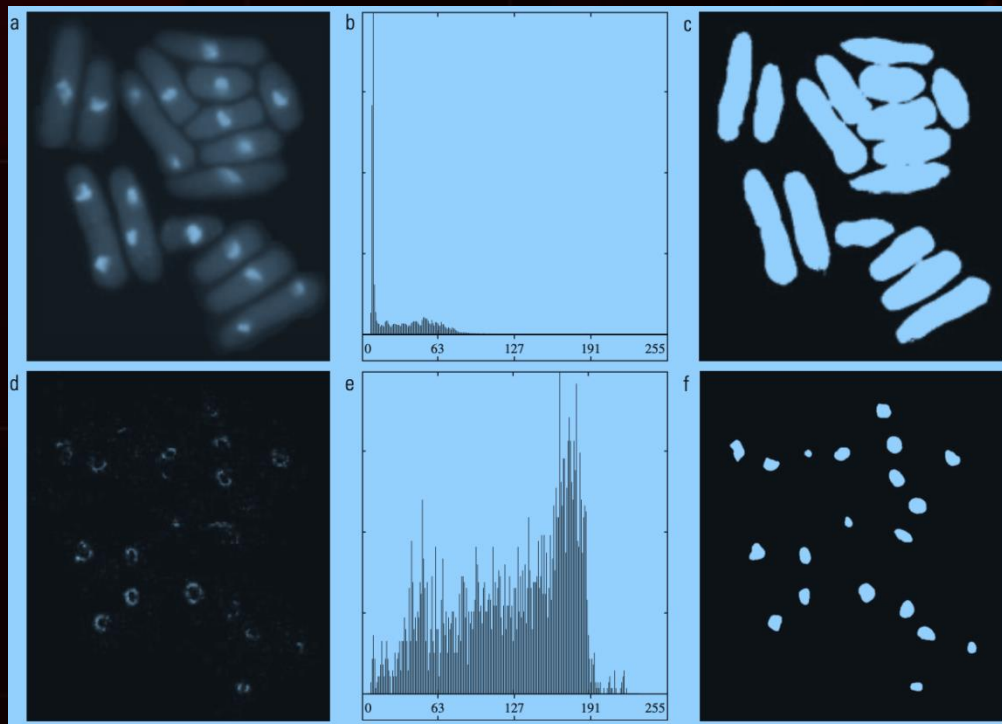
# APRIMORAMENTO DE LIMIAR

- Podemos melhorar a aplicação do limiar, por simplesmente melhorar a qualidade do histograma
  - picos altos, finos simétricos e separados por vales profundos
- Exemplo: filtrar a imagem por um filtro média



# APRIMORAMENTO DE LIMIAR

- Usando a informação das bordas, baseada no laplaciano para melhorar a limiarização global

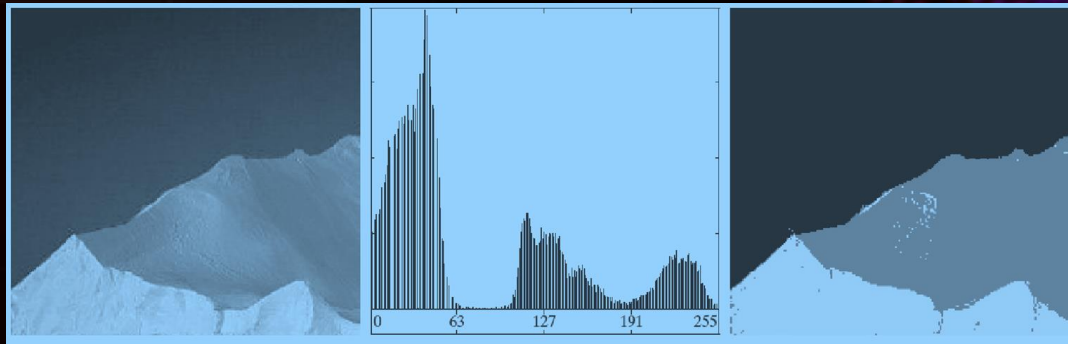




# LIMIARIZAÇÃO GLOBAL MÚLTIPLA

- O método de Otsu para múltiplos limiares (ex:  $k_1$  e  $k_2$ )

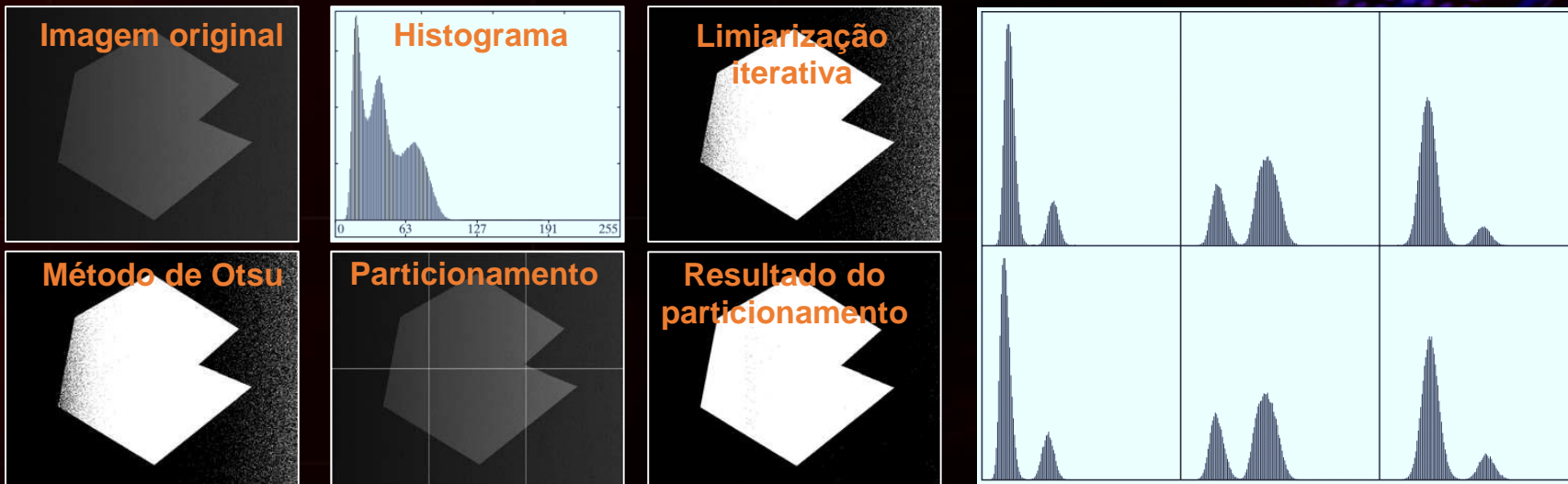
1. Inicialmente,  $k_1 = 1$ ;





# LIMIARIZAÇÃO VARIÁVEL

- Aplicar técnicas de correção de ruídos e iluminação nem sempre é suficiente, o que pode levar ao uso da **limiarização variável**, como o **particionamento**
- Porém, a subdivisão pode não funcionar quando os objetos e o fundo não ocupam regiões de tamanho razoavelmente comparável



# LIMIARIZAÇÃO VARIÁVEL

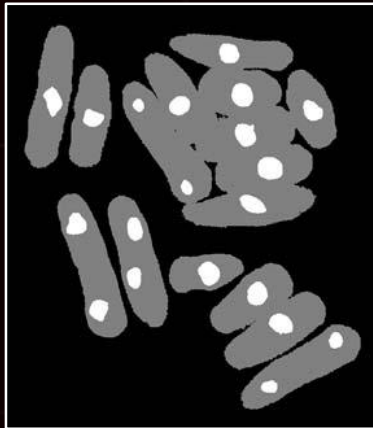
- Baseada nas propriedades locais: calcula um limiar para cada ponto  $(x, y)$  com base em propriedades em sua vizinhança.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T_{xy} \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T_{xy} \end{cases}$$
$$T_{xy} = a\sigma_{xy} + bm_{xy}$$
$$T_{xy} = a\sigma_{xy} + bm_G$$
$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } Q(\text{local parameters}) \text{ is true} \\ 0 & \text{if } Q(\text{local parameters}) \text{ is false} \end{cases}$$

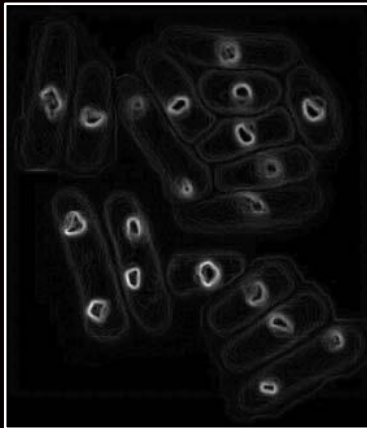
Imagem original



Dupla segmentação de Otsu



Desvio padrão com vizinhança 3x3



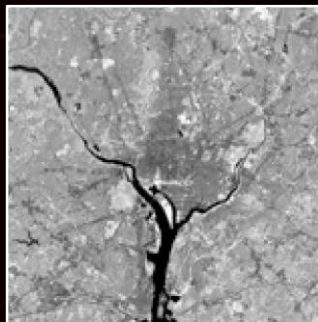
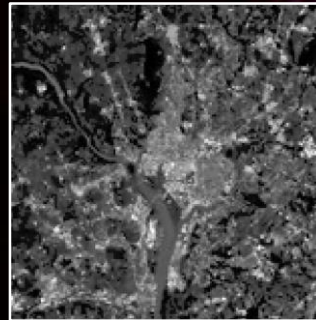
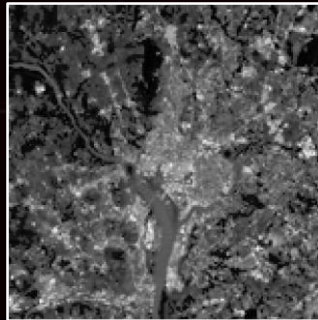
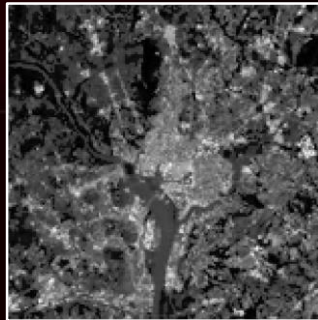
Resultado  
( $a = 30$  e  $b = 1,5$ )





# LIMIARIZAÇÃO MULTIVARIADA

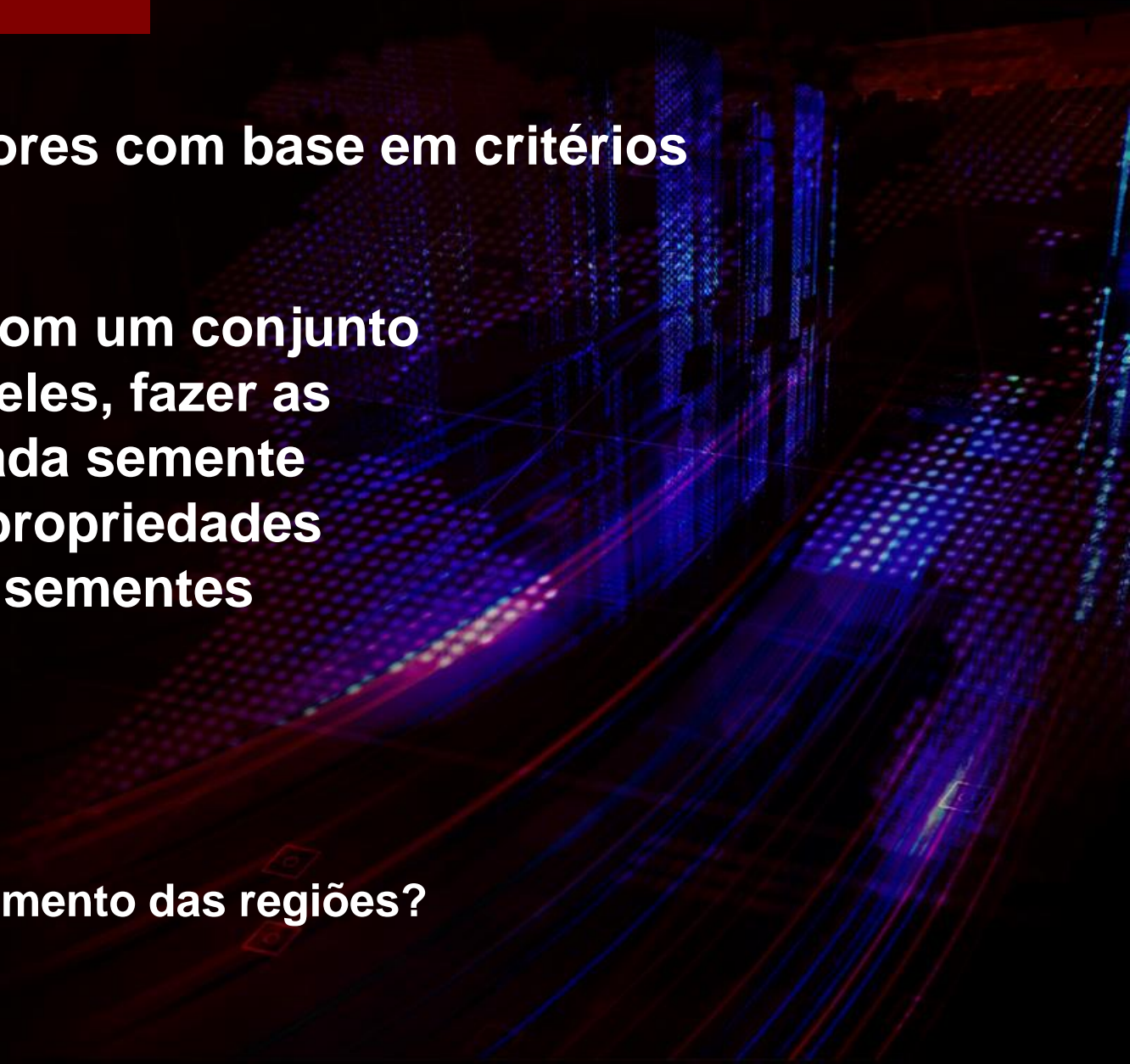
- Não apenas uma variável (intensidade)
- Exemplo: segmentar regiões de imagem por técnicas de reconhecimento de padrões baseadas em funções de decisão





# CRESCIMENTO DE REGIÕES

- Agrupa os pixels em regiões maiores com base em critérios predefinidos para o crescimento
- A abordagem básica é começar com um conjunto de pontos “semente” e, a partir deles, fazer as regiões crescerem anexando a cada semente aqueles pixels vizinhos que têm propriedades predefinidas semelhantes às das sementes
  - Quais serão as sementes?
  - Qual será o critério de similaridade?
  - Qual a vizinhança considerada?
  - Qual a regra de parada para o crescimento das regiões?



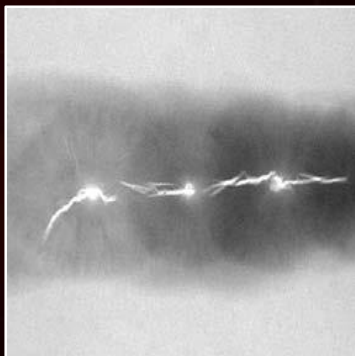
# CRESCIMENTO DE REGIÕES

- Crescimento de regiões com imagem de raio x de uma solda para segmentação de fissuras e porosidades

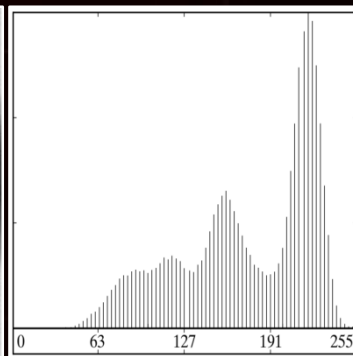
$$Q = \begin{cases} \text{VERDADEIRO} & \text{se a diferença absoluta das intensidades for entre o seed e o pixel de } (x, y) \text{ é } T \\ \text{FALSO} & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Resultado com  
vizinhos-8 e  
similaridades por  
intensidades

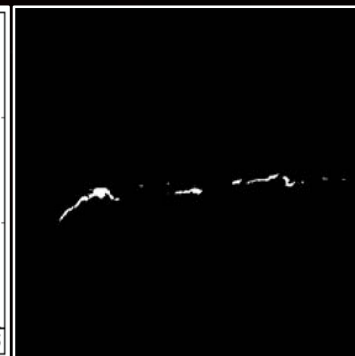
Imagem original



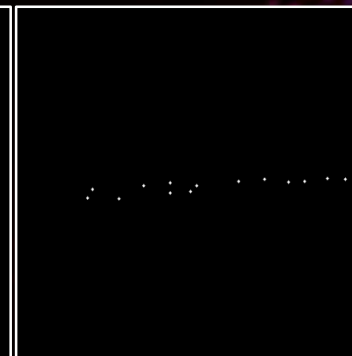
Histograma da  
imagem original



Limiarização com  
intensidade 254



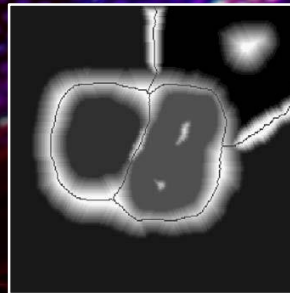
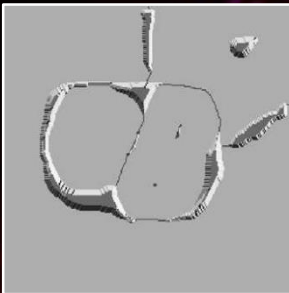
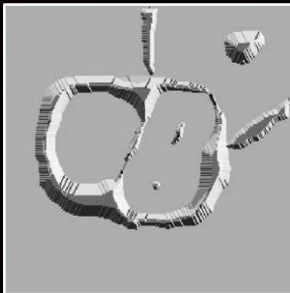
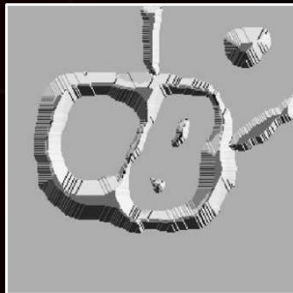
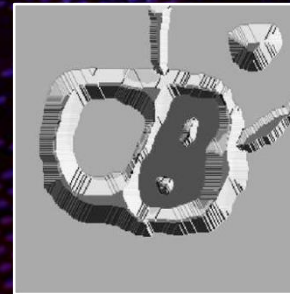
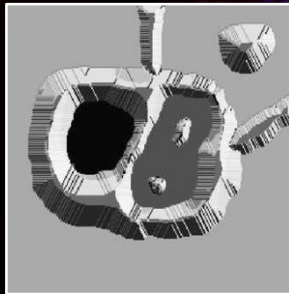
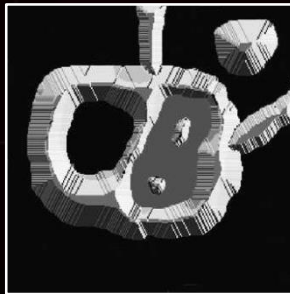
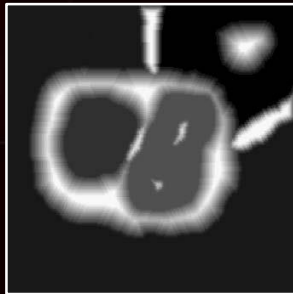
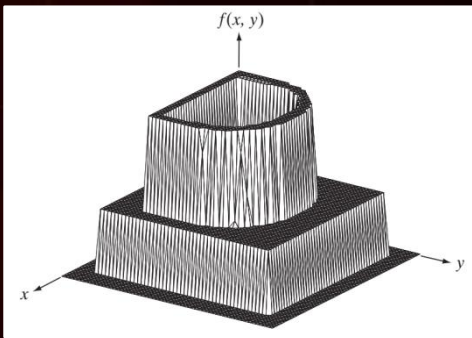
Processamento  
morfológico





# WATERSHEDS

- Usam mínimos locais como aberturas para a formação de bacias hidrográficas





# O QUE VIMOS?

- **Introdução**
- **Limiarização global**
- **Limiarização múltipla**
- **Limiarização variável e multivariada**
- **Crescimento de regiões**



# PRÓXIMA VIDEOAULA

- Segmentação semântica com CNN

