

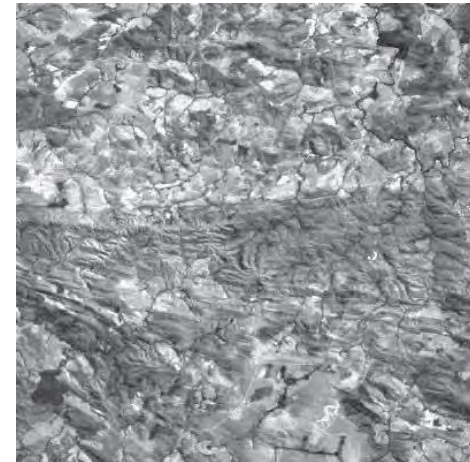
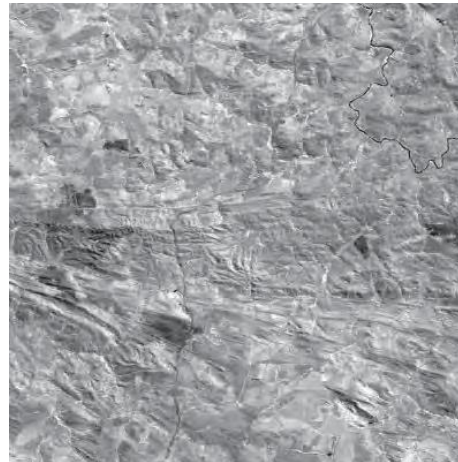
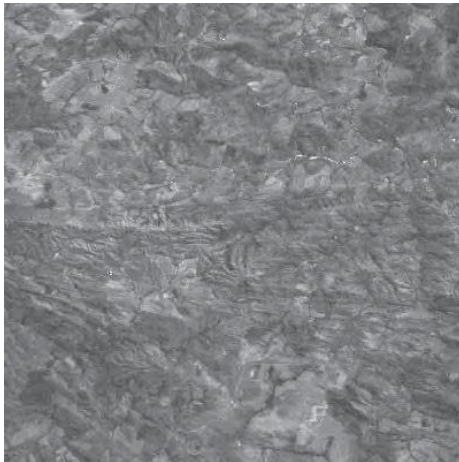
# Contraste de Imagens

Prof. Dr. Rogério Galante Negri

---

# Difícil de perceber...

- Eventualmente, as variações dos NC da imagem são baixos
- Com isso, torna-se difícil distinguir os diferentes alvos
- O realce de imagem é uma saída
  - Domínio espacial – depende do vizinho
  - Domínio espectral (mais comum) – independe do vizinho
    - Expansão histogrâmica
    - Aritmética entre bandas
    - Trans. no espaço de cores
    - Descorrelação entre bandas
    - Principais componentes

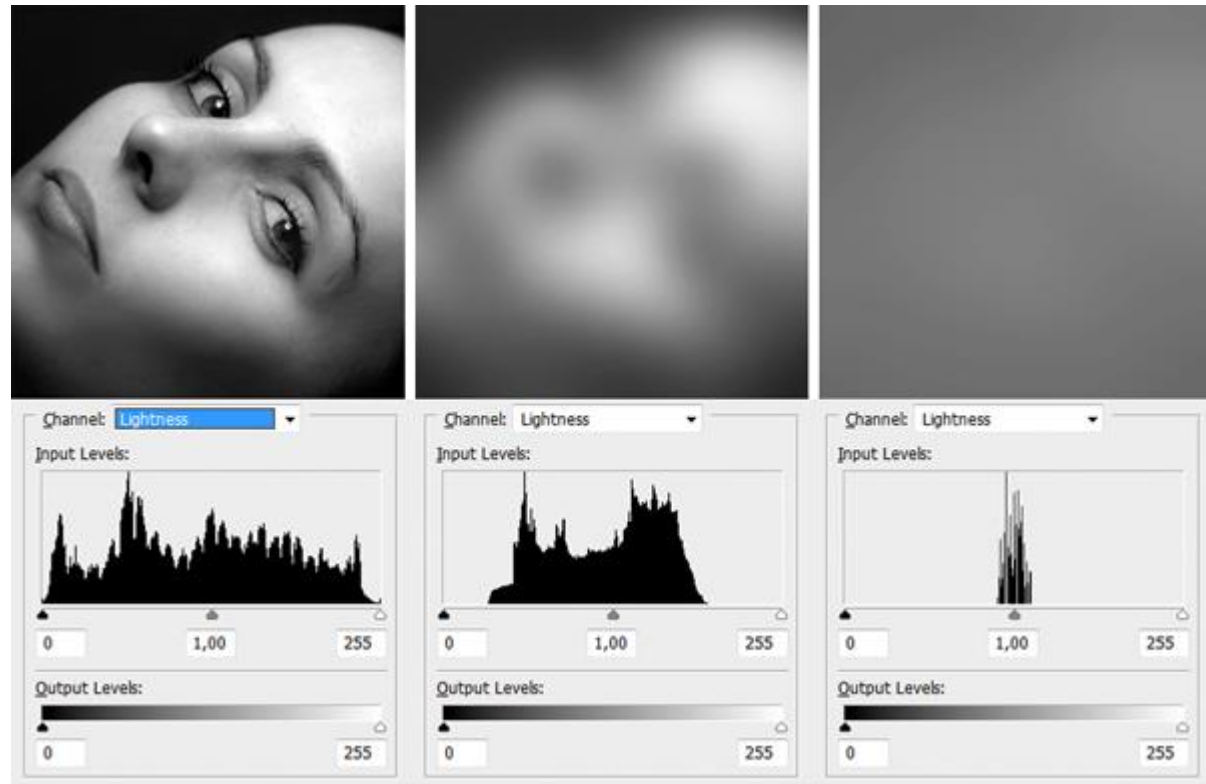
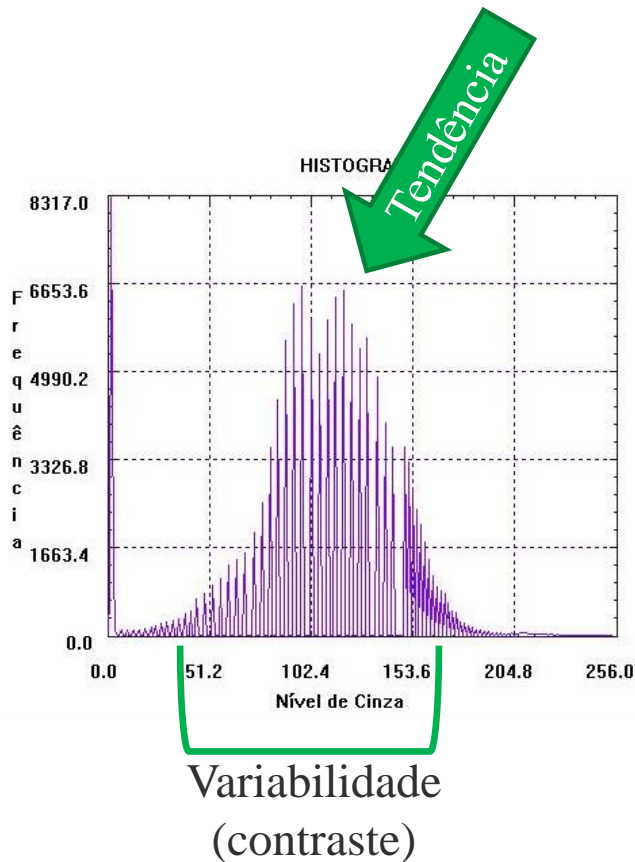


# Expansão histogrâmica

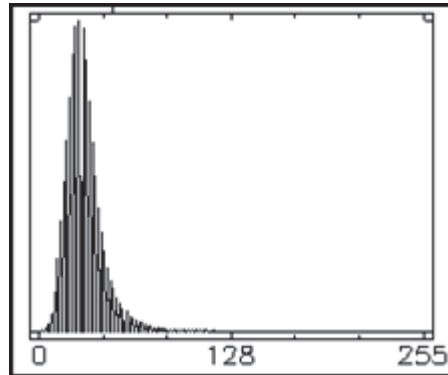
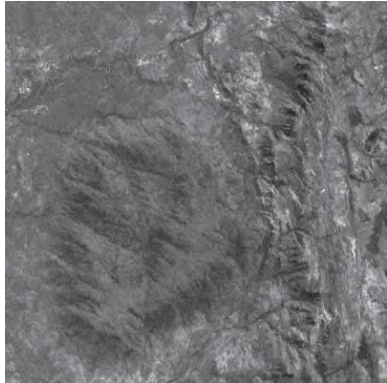
- Muito simples – geralmente é o primeiro procedimento feito
  - Reescalona os NC's da imagem – “qualidade visual em tela”
  - Pode ter finalidade apenas VISUAL!
  - ...mas também pode ser usada para ALTERAR a imagem
  - Realizada separadamente, por bandas
  - Realizada interativamente
-

# Representação histogrâmica

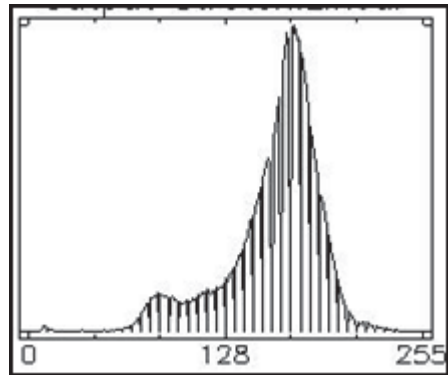
- NC's podem ser representados por gráficos de barras/frequência
- Rep. Histogrâmica – É a distribuição de frequência dos NC's
- Apenas informação espectral



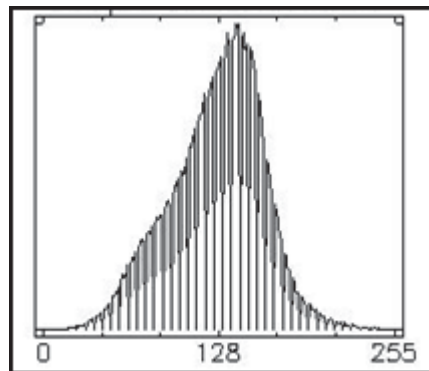
# Forma do histograma



- Simétrico, média baixa e distribuição fechada

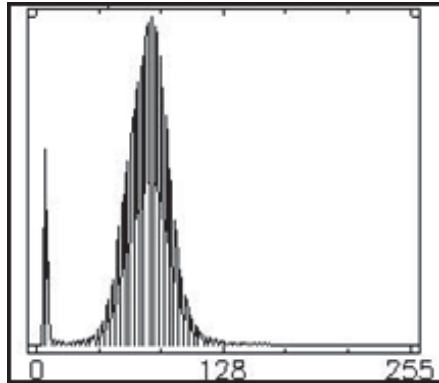


- Média alta e variância moderada

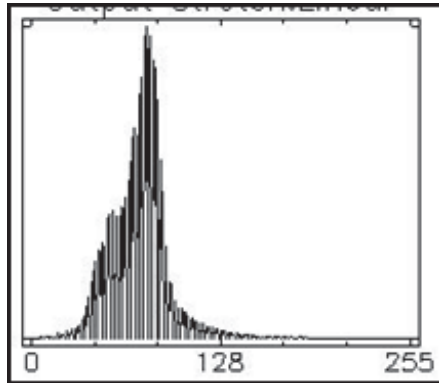
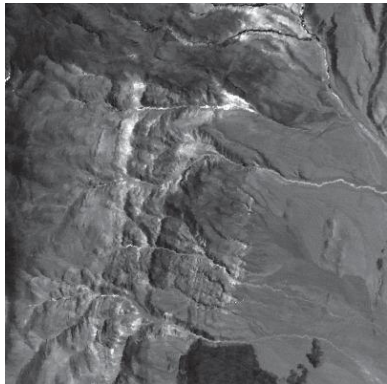


- Distribuição equilibrada: maior frequência no centro e com valores dispersos em torno

# Forma do histograma



- Bimodal – dois valores característicos



- Assimétrico – mais concentrado em valores baixos do que altos

Conhecer estes tipos gerais de histograma auxilia na seleção da técnica mais adequada para expandir o histograma

# Técnicas de expansão

- Linear:

- Linear por saturação
- Linear por partes

Mantém a radiometria

- Não linear:

- Gaussiana
- Raiz quadrada
- Logarítmica
- Exponencial

Distorce a radiometria

Não existe técnica ótima/global!

O que é bom para uma imagem/estudo pode não ser bom para outra...



# Exp. linear por saturação

- Sensores registram informação em uma faixa larga
- Geralmente os alvos não apresentam alto contraste
- Ainda, a visão humana não distingue muitos NC's
- Exemplo (slide 4):
  - 256/100 níveis disponíveis/utilizados
  - É possível reescalonar... e aumentar a variância (contraste)
  - Caso extrapole os limites (0 ~ 255), ocorre saturação

Uma função  $f(x) = ax + b$  realiza o reescalonamento:

$$V_s = \frac{255}{Max - Min} \cdot (V_e - Min)$$

Valor de saída

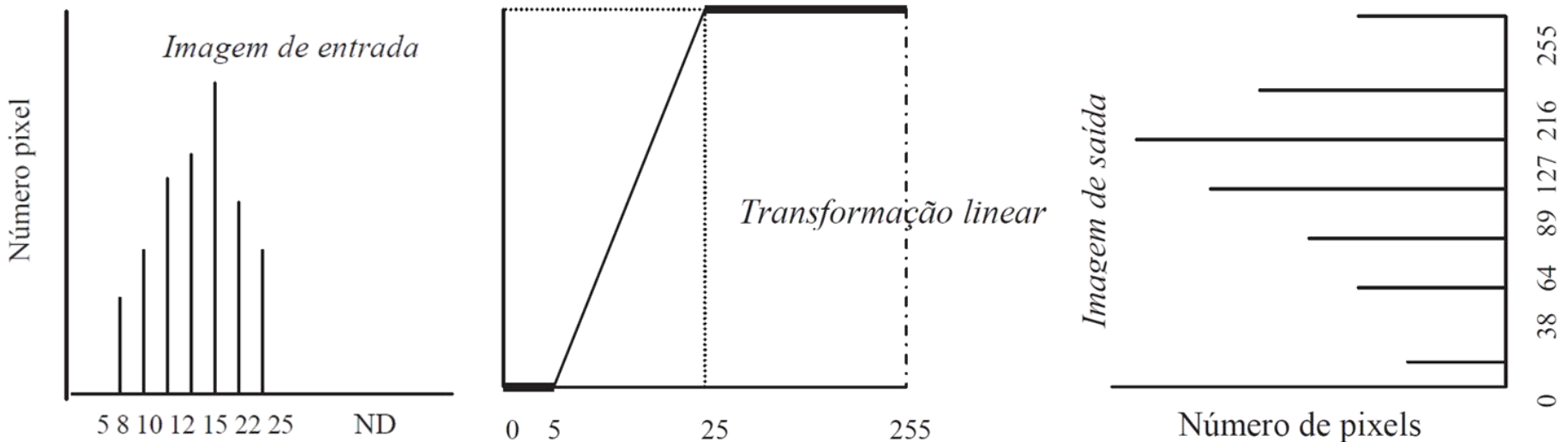
Brilho máximo/mínimo

Valor de entrada

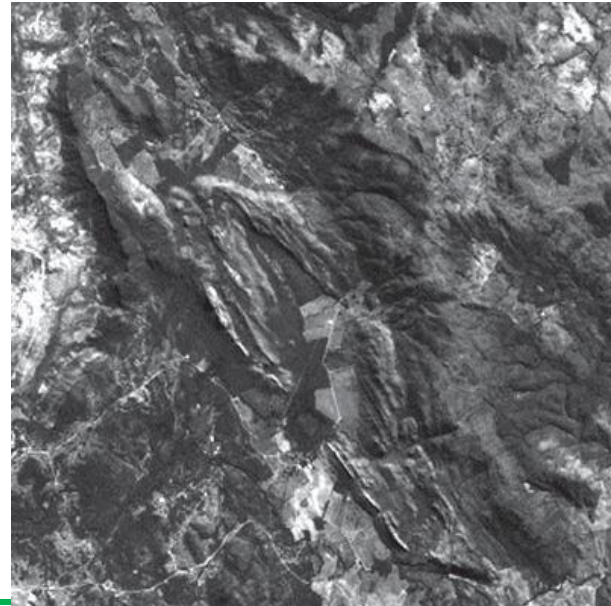
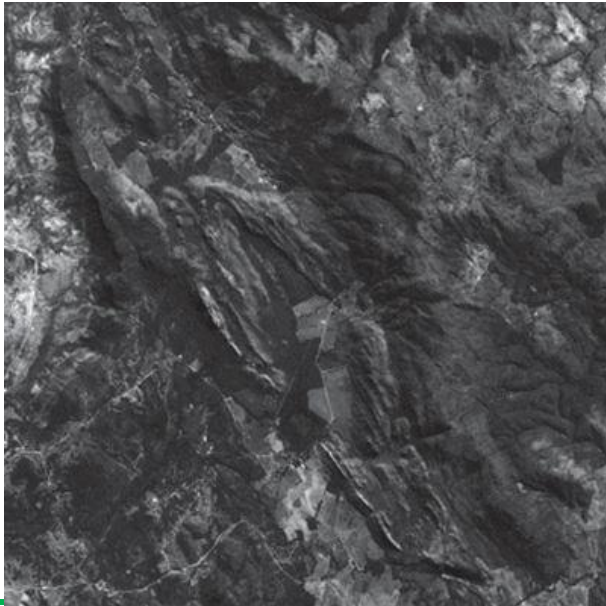
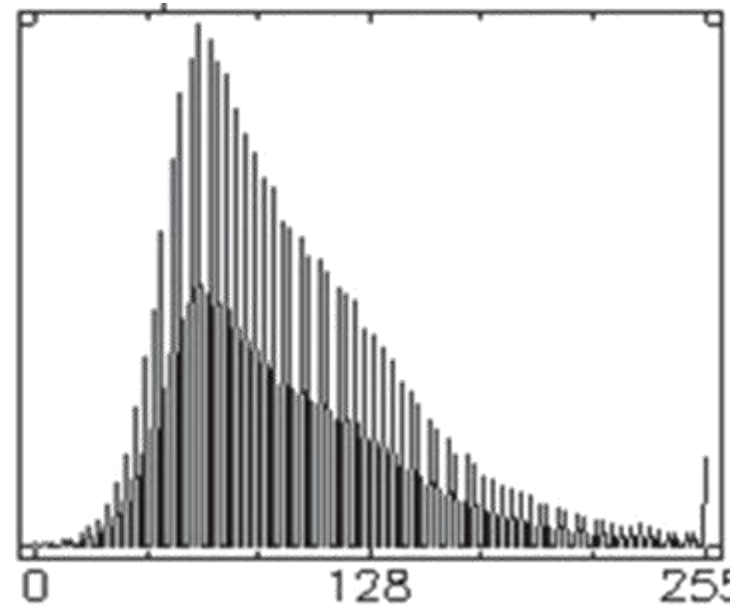
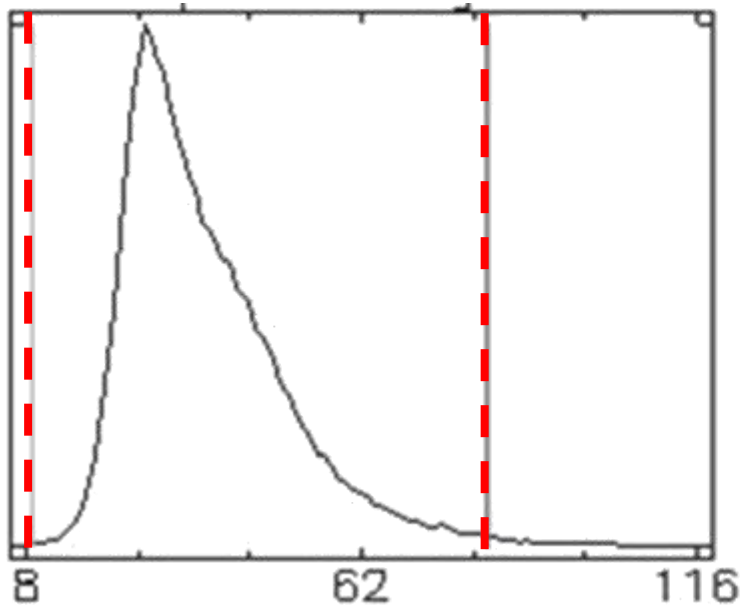


# Exp. linear por saturação

- Realce linear  $\rightarrow$  histograma simétrico e unimodal
- Ao observar o histograma, são fixados  $Min/Max$
- Com isso, é mapeado:  $Min \rightarrow 0$   $Max \rightarrow 255$
- Estes valores são redefinidos a critério do usuário
- Dependendo de  $Min/Max$ , pode haver saturação
- Supondo uma imagem com valores em  $[5,25]$

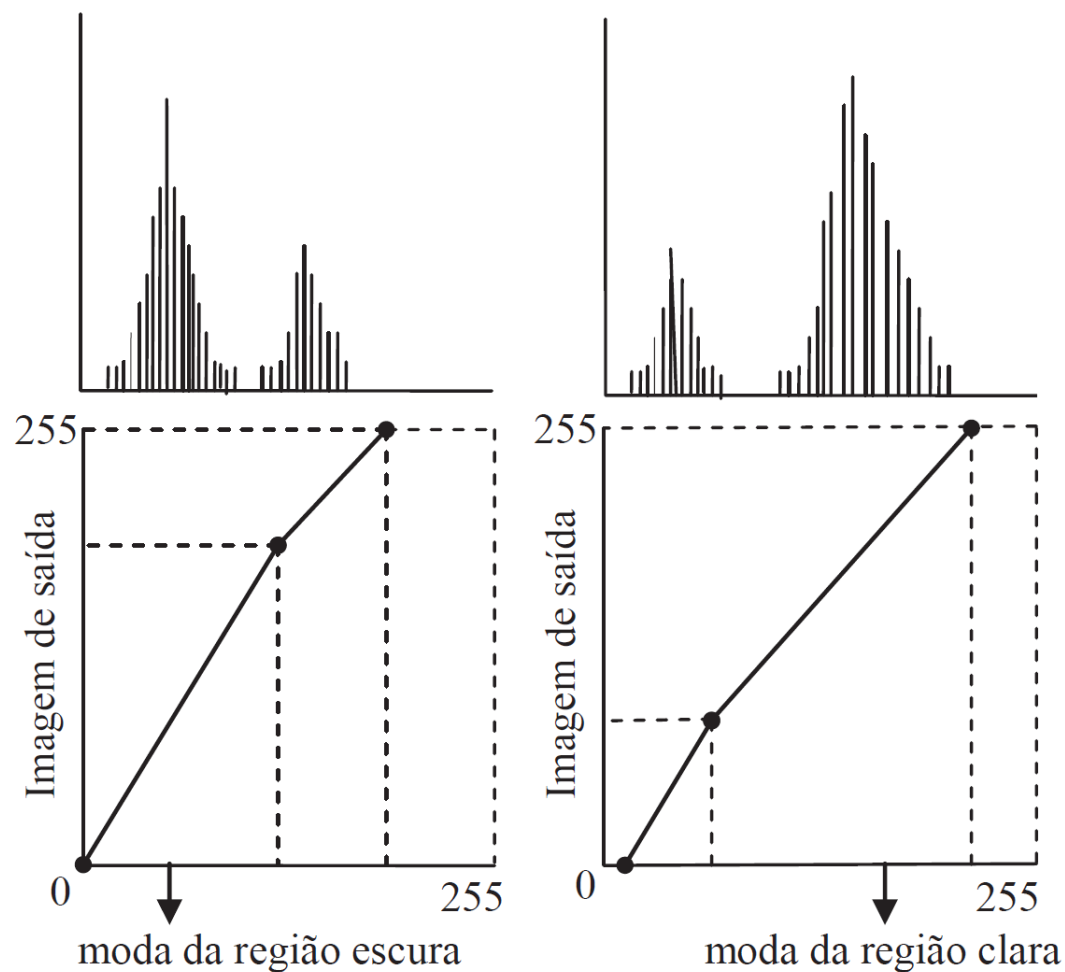


# Exp. linear por saturação

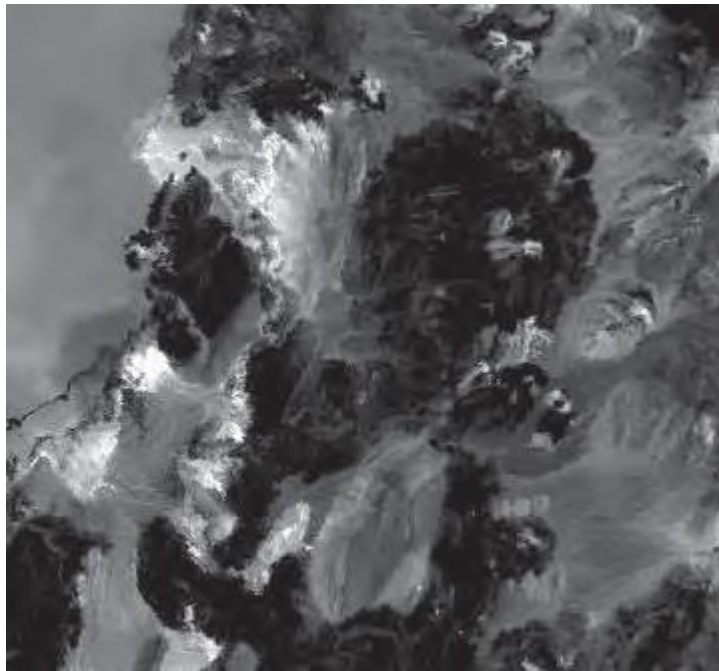
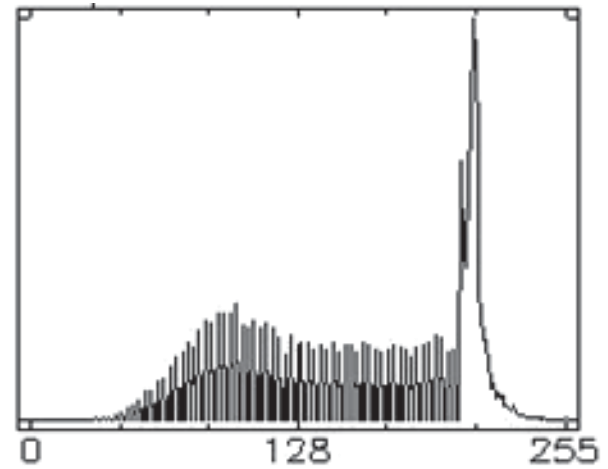
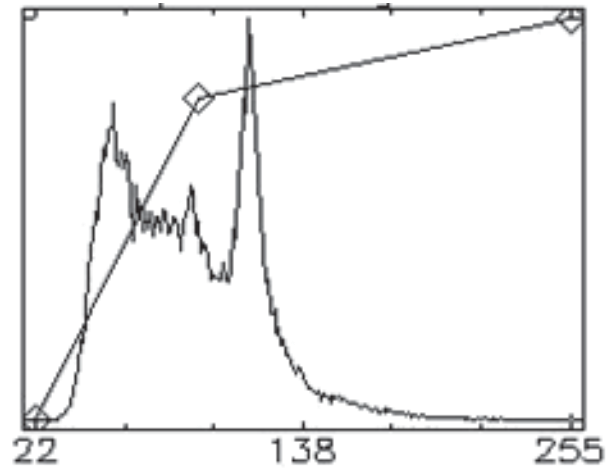


# Exp. linear por partes

- Realce linear:  
histograma simétrico e unimodal
- Eventualmente, o histograma pode ser multimodal
- Neste caso, a expansão linear pode ser aplicada nos intervalos de cada moda



# Exp. linear por partes



# Expansão por equalização

- Se o histograma é assimétrico, é impossível concentrar valores no interior do intervalo expandido, e pouco nos extremos
- Trans. não linear é uma alternativa (distorce a radiometria)
- A equalização “uniformiza” o histograma (perde forma original)
- Imagem equalizada exibe boa representação dos detalhes em todos os níveis de brilho

$$Y = \frac{L - 1}{N} \cdot C(x)$$

Valor de saída  
(0 ~ L - 1)

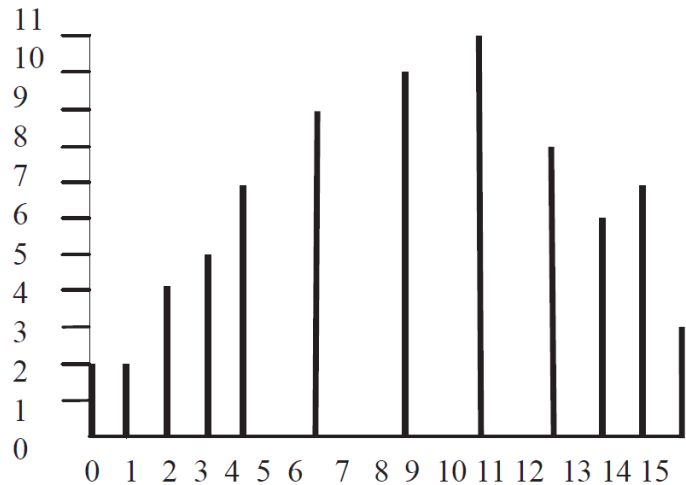
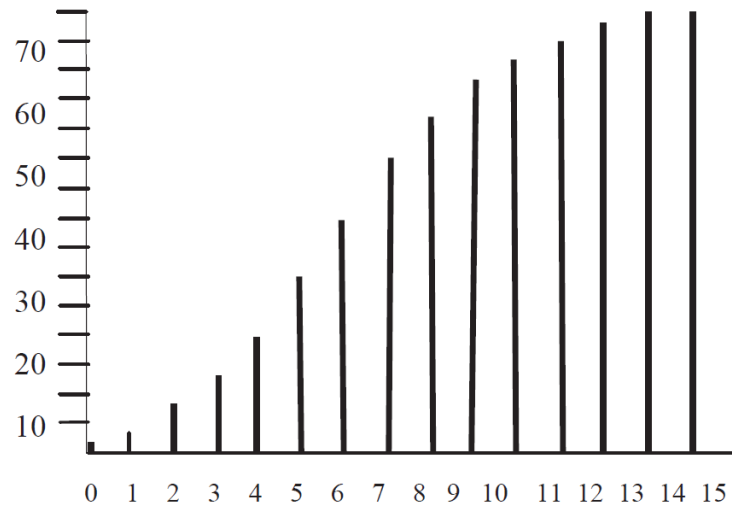
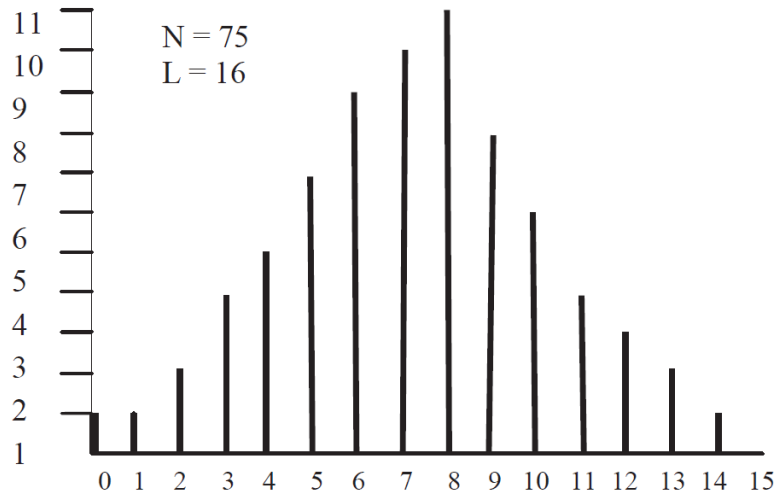
Num. total de pixels

Freq. Acumulada  
de pixels

# Expansão por equalização

Brilho de entrada	Pixels por classe	Número pixel acumulativo	Novo valor de escala	Aproximação do valor de brilho
0	1	1	0.2	0
1	1	2	0.4	0
2	2	4	0.8	1
3	4	8	1.6	2
4	5	13	2.6	3
5	7	20	4.0	4
6	9	29	5.8	6
7	10	39	7.8	8
8	11	50	10	10
9	8	58	11.6	12
10	6	64	12.8	13
11	4	68	13.6	14
12	3	71	14.2	14
13	2	74	14.8	15
14	1	75	15.0	15
15	0	75	15.0	15

# Expansão por equalização

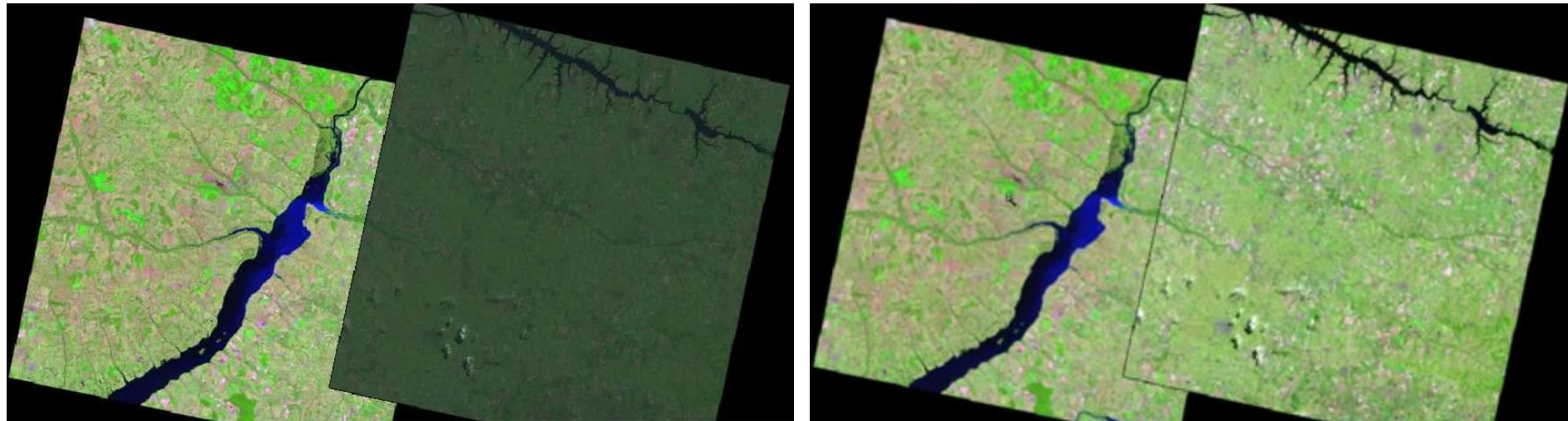


- Maior contraste no centro
- Reduz contraste na extremidade
- Nem sempre é possível gerar um histograma uniforme



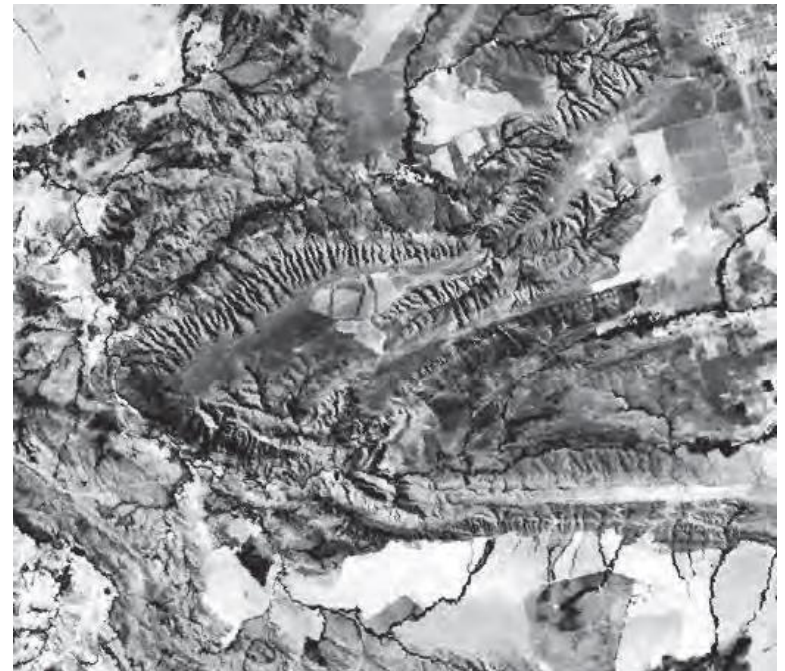
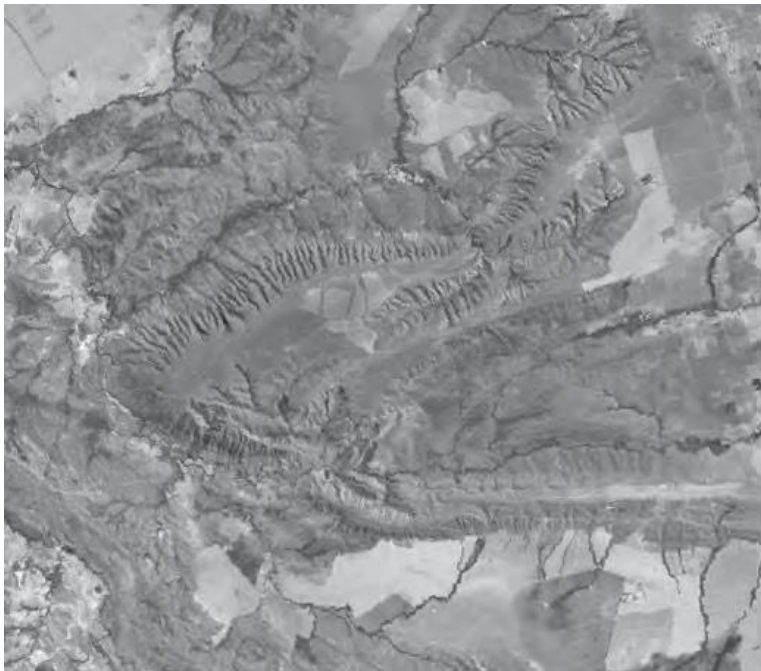
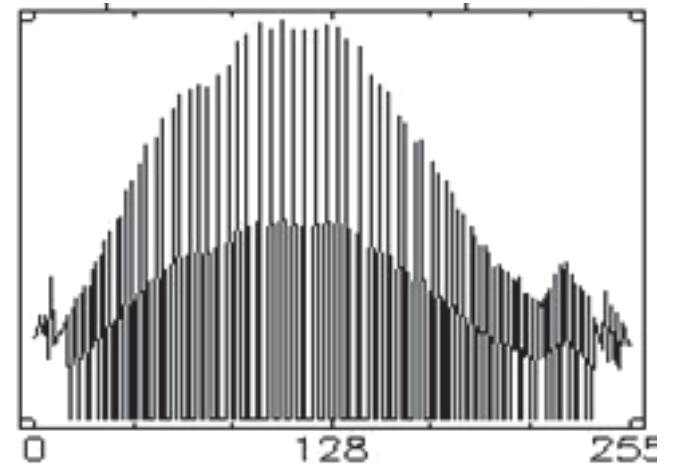
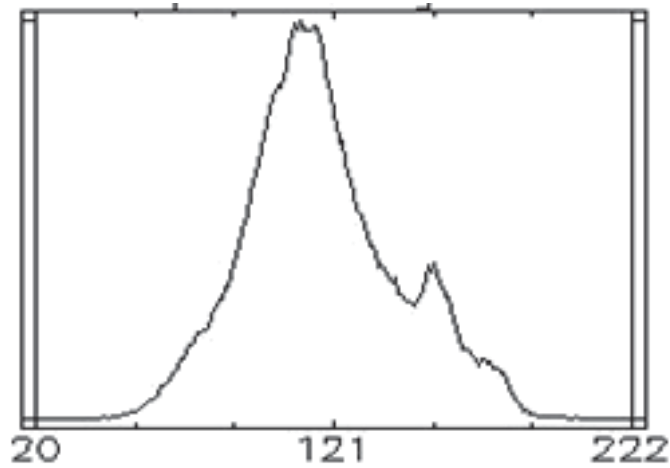
# Exp. Equalização – Mosaicos

- Aplicações em SR comumente exigem a composição de mosaicos de imagens



- As imagens podem possuir diferentes distribuições de brilho, diferentes datas, condições atmosféricas, etc
  - Neste caso, para que o mosaico tenha aparência homogênea, é necessário equalizar as imagens (adota-se uma img. de referência)
-

# Expansão por equalização

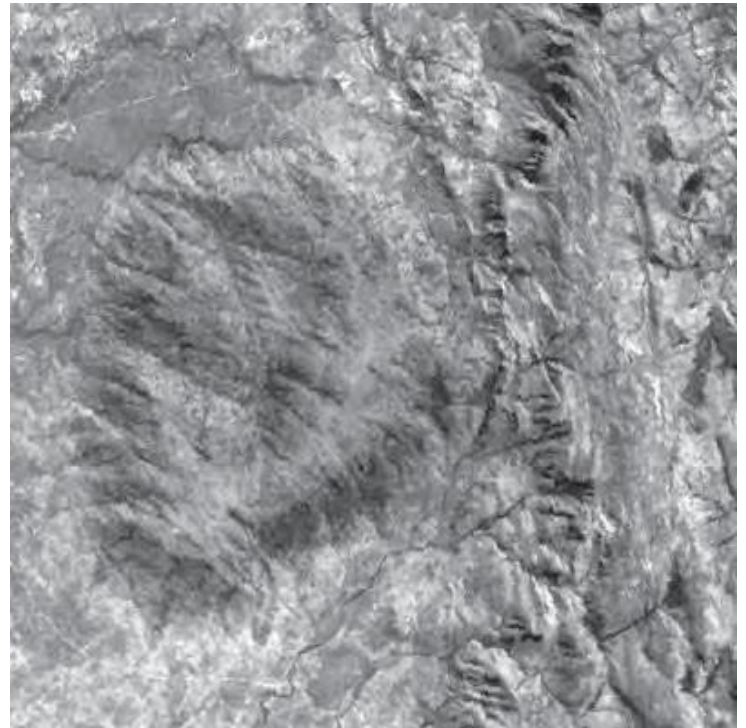
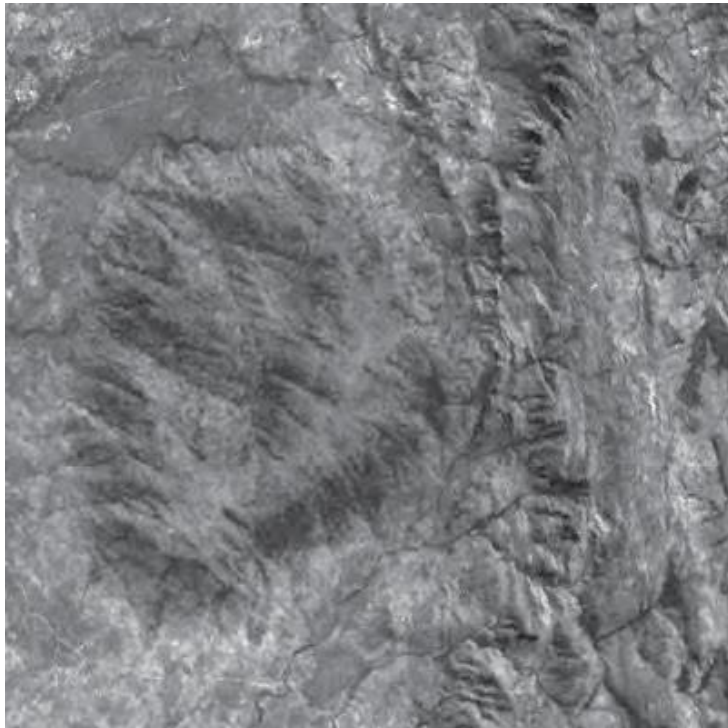
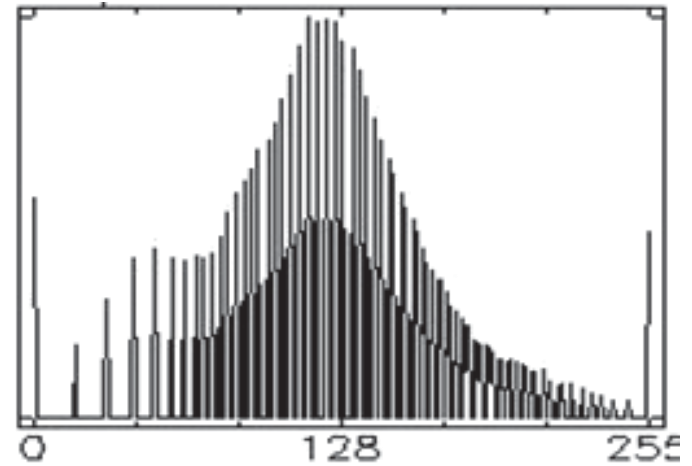
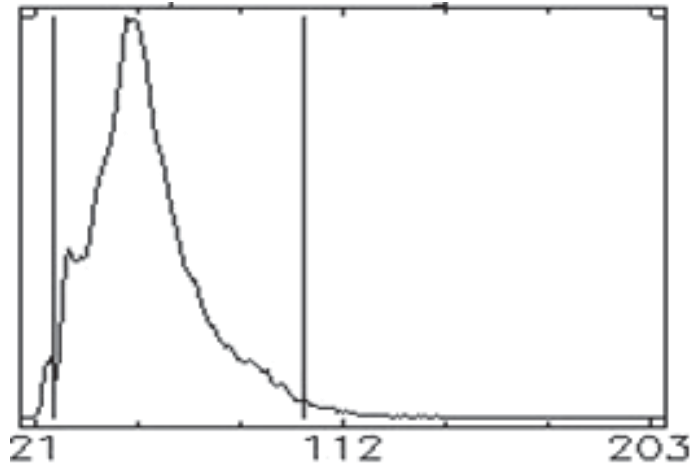


# Expansão gaussiana

- Fundamentado na “Suposição Gaussiana”
- Para alguns fins, é conveniente ajustar o histograma para uma forma gaussiana
- Para isso, são utilizados a média e a variância
- É útil para igualar imagens com relação a média/variância
- Proporciona bom equilíbrio de cores

$$V_s = \frac{V_e - \mu}{\sigma} + offset$$

# Expansão gaussiana



# Expansão raiz quadrada

- É comum imagens com mais dados escuros do que claros
- Histograma é assimétrico à esquerda (raiz quadrada)
- Neste caso, é melhor aumentar a intensidade da parte escura
- A transformação é dada por:

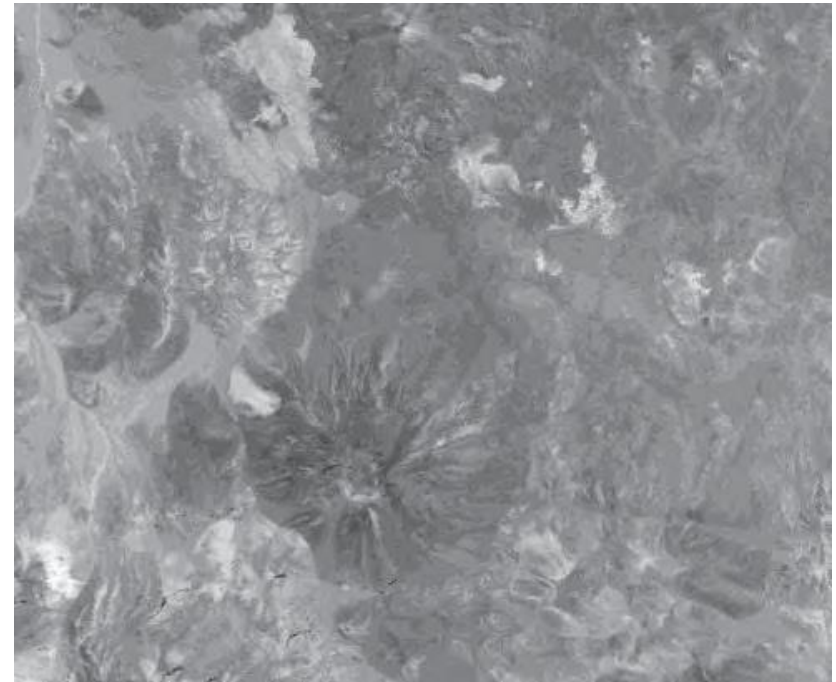
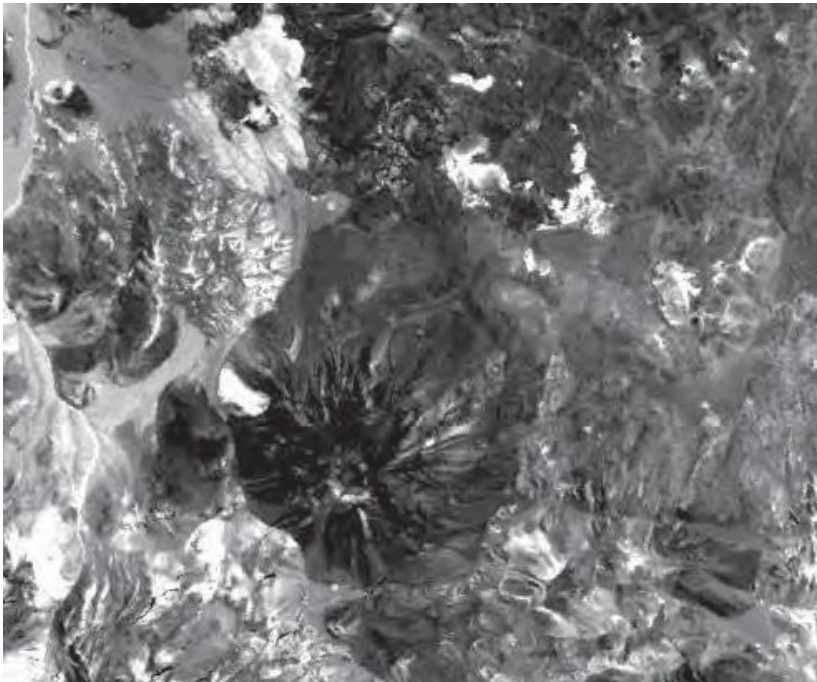
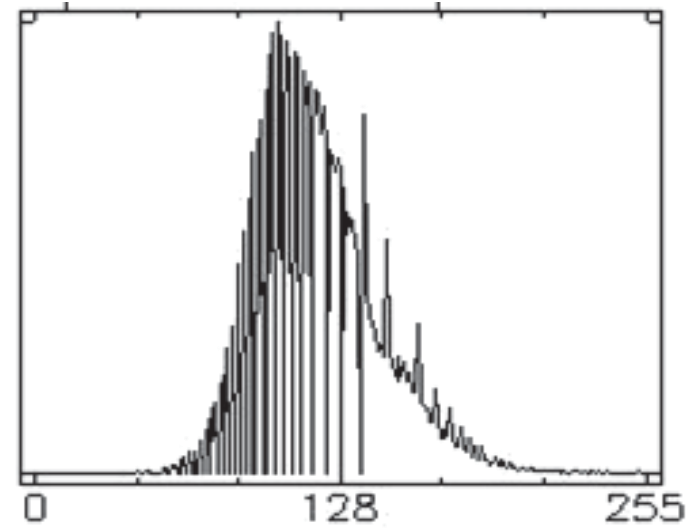
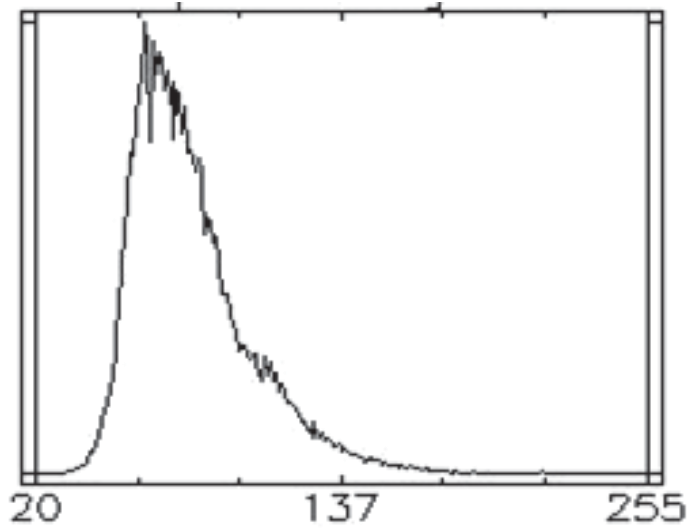
$$V_s = G \times \sqrt{V_e}; \quad G = \frac{255}{\sqrt{255}}$$

- Quando ocorre assimetria à direita (quadrática), é indicado:

$$V_s = G \times V_e^2; \quad G = \frac{1}{255}$$



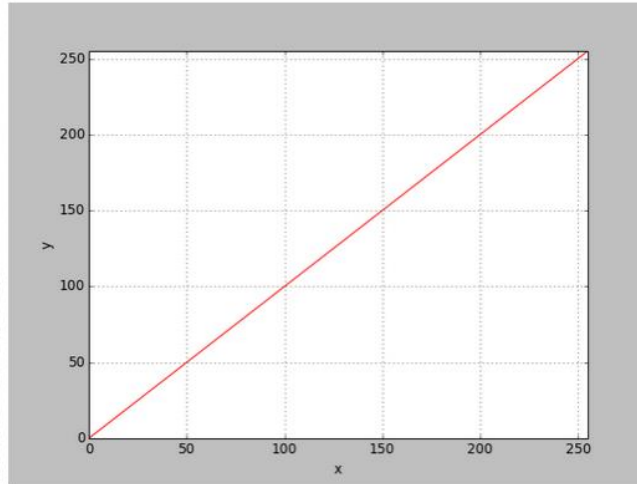
# Expansão raiz quadrada



# Mais exemplos – Função de Mapeamento do Histograma



original



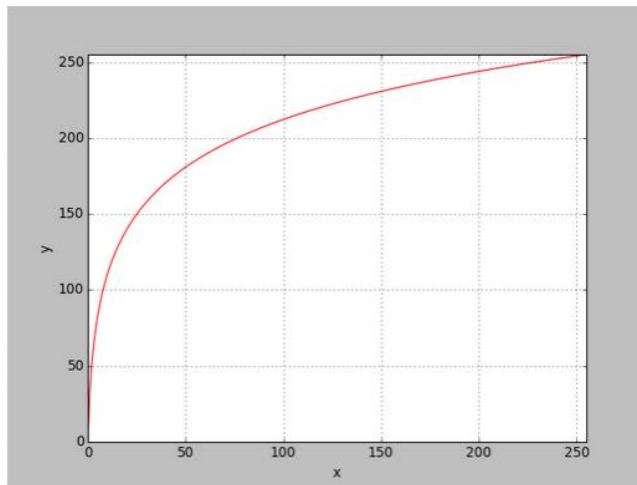
T1: identidade



T1[f]



original



T2: logaritmica



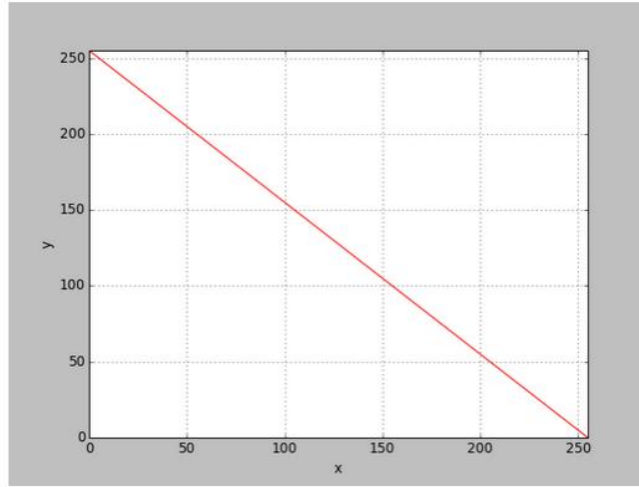
T2[f]



# Mais exemplos – Função de Mapeamento do Histograma



original



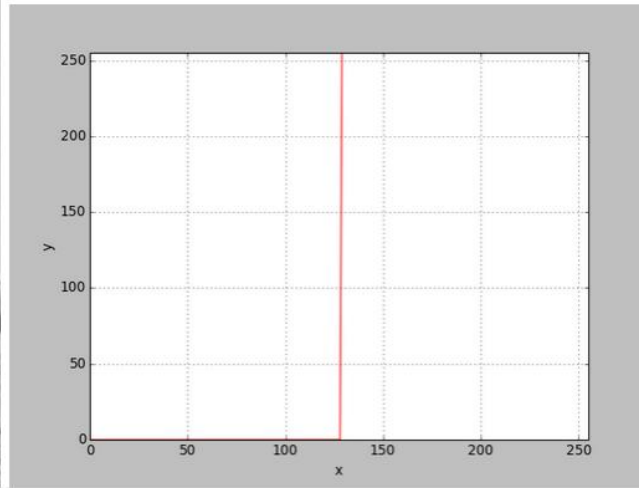
T3: negativo



T3[f]



original



T4: threshold 128



T4[f]

