

# **PMR2560 – Visão Computacional**

## **Conversão e Limiarização**

Prof. Eduardo L. L. Cabral



# Objetivos

- Processamento de imagens:
  - Conversão de imagens;
  - Histograma;
  - Limiarização.

# Imagem digital

- Uma imagem é uma matriz de pixels onde cada elemento representa a intensidade luminosa média,  $I(x,y)$ , correspondente aos pontos da cena adquirida.
- Resolução espacial:
  - Câmeras digitais  $\Rightarrow$  alta resolução, 1600 X 1200 pixels;
  - Câmeras de vídeo  $\Rightarrow$  cerca de 640 X 480 pixels.
- Quantização:
  - Imagens em tons de cinza  $\Rightarrow$  geralmente 8 bits por pixel no intervalo de [0 a 255].
  - Imagem colorida  $\Rightarrow$  padrão de cor RGB: 3 X 8 bits por plano de cor,  $I_R(x,y)$ ,  $I_G(x,y)$ ,  $I_B(x,y)$ .

# Imagem digital

- Como uma imagem é uma matriz de números, que correspondem às intensidades luminosas dos pixels  
⇒ pode-se fazer álgebra e aritmética com as imagens.
- Robô móvel se movimenta ⇒ imagens são adquiridas em taxas de por exemplo 30 imagens por segundo.
- Exemplo: imagem RGB de 640 x 480 pixels:
  - 3 planos de cor, cada pixel 3 X 8bits, 30 imagens/seg;
  - 27.648.000 pixels para processar em 1 segundo;
  - Tem que fazer esse processamento em tempo real.

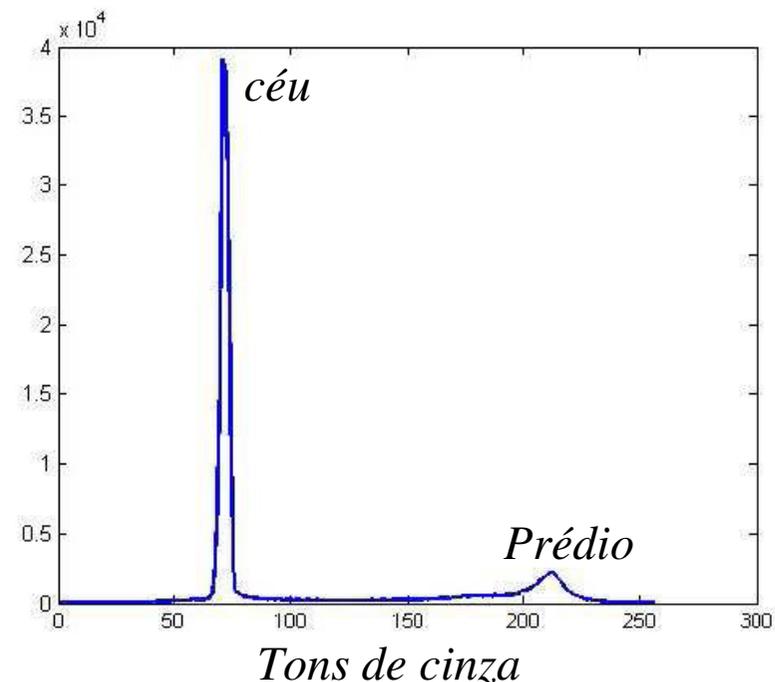
# Conversão de imagem

- RGB  $\rightarrow$  HSI (remove dependência da iluminação).
- RGB  $\rightarrow$  RGB normalizado (remove alguma dependência da iluminação).
- RGB  $\rightarrow$  Tons de cinza (média dos três planos de cor).
- Tons de cinza  $\rightarrow$  Binária (limiarização).



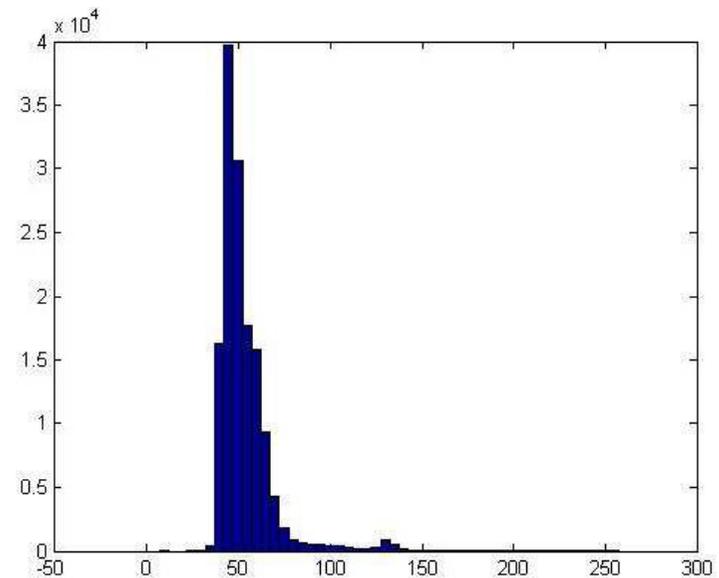
# Histograma de luminosidade

- Histograma de intensidade luminosa  $\Rightarrow$  contagem de pixels com intensidade luminosa dentro de alguns níveis de valores.
- Exemplo para imagem em tons de cinza:



# Histograma de luminosidade

- **Equalização de histograma:**
  - O histograma de intensidade luminosa pode ser usado para melhorar o contraste da imagem.
  - Exemplo: uma imagem escura, como fazer para melhorar o contraste?

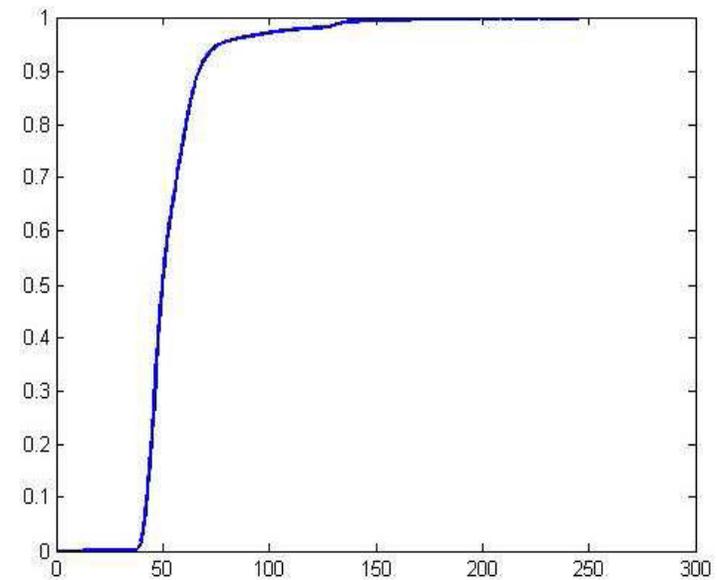
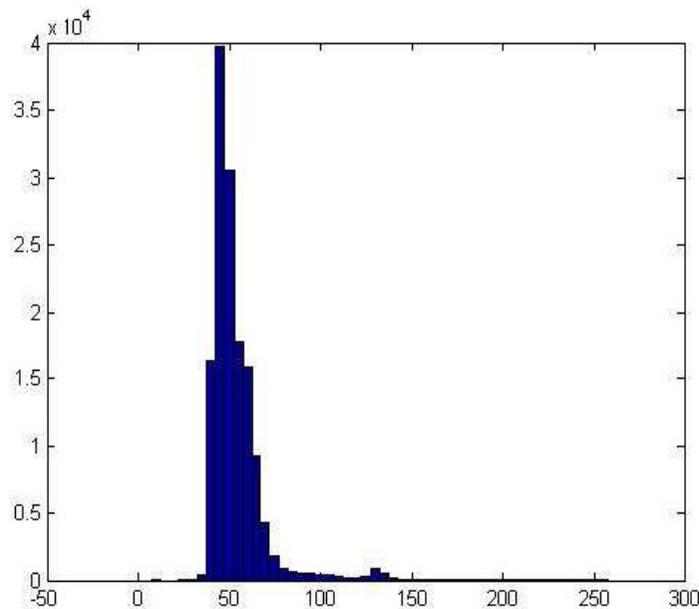


# Histograma de luminosidade

- Para melhorar o contraste pode-se modificar o histograma aplicando-se uma função  $T(I(x,y))$  na imagem original de forma que o histograma novo adquira um formato desejado.
- Essa função deve ter as seguintes propriedades:
  - Ter unicidade e crescer monotonicamente no intervalo  $0 \leq I(x,y) \leq 255$ ;
  - $0 \leq T(I) \leq 255$  para  $0 \leq I(x,y) \leq 255$ ;
- Essas condições garantem que:
  - Uma transformação inversa existe;
  - Não ocorre inversão das intensidades luminosas;
  - Gera o contraste possível na imagem.

# Histograma de luminosidade

- Uma função que apresenta esses requisitos é o histograma normalizado acumulativo da imagem.



# Histograma de luminosidade

- A forma de implementar essa transformação é utilizar a seguinte função:

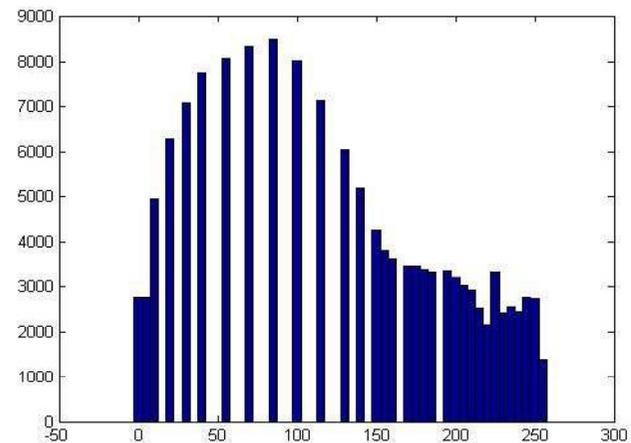
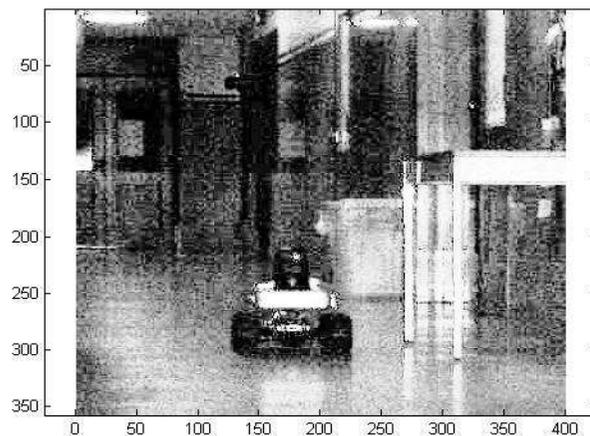
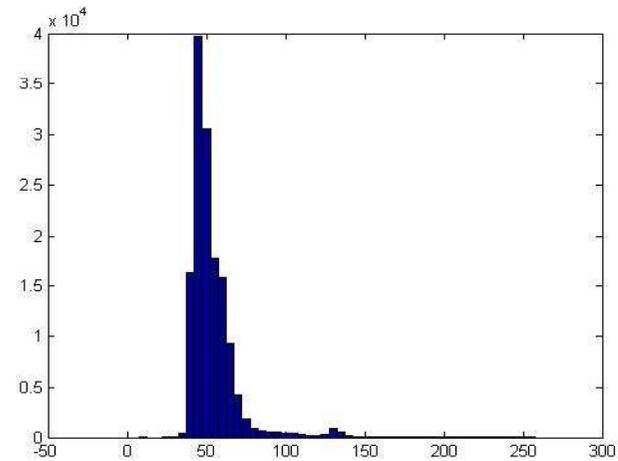
$$I_2(x, y) = I_{\max} \sum_{k=0}^R \frac{n_k}{N}$$

onde:

- $I_2$  é o nível de intensidade luminosa dos pixels da imagem transformada;
- $n_k$  é o número de pixels da imagem original com nível de intensidade  $k$ ;
- $N$  é o número total de pixels da imagem;
- $R$  é o número de níveis de intensidade;
- $I_{\max}$  é a intensidade máxima, que para imagens em tons de cinza é em geral 255.

# Histograma de luminosidade

- Exemplo de resultado.



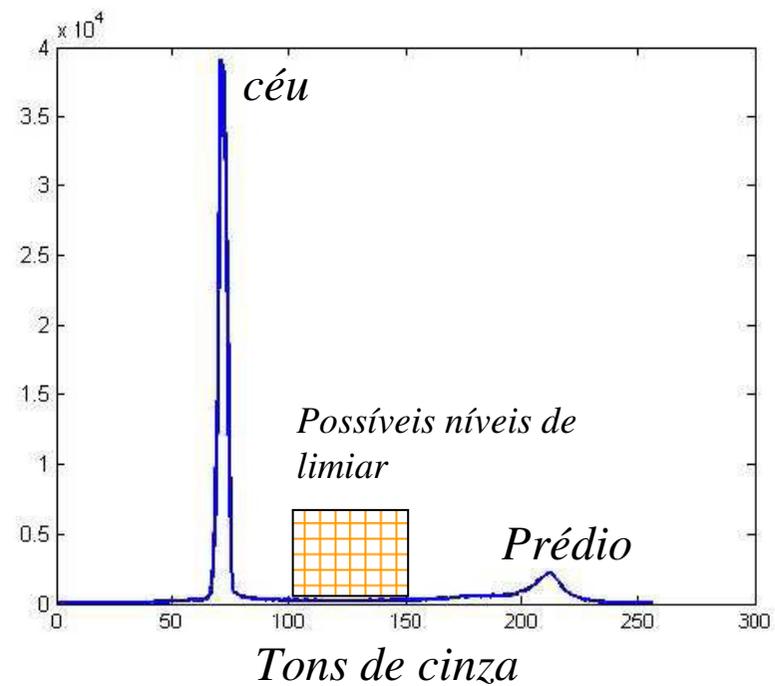
# Limiarização

- A limiarização, ou binarização, segmenta a imagem em dois níveis de luminosidade  $\Rightarrow$  preto e branco - **imagem binária**.
- Deve-se utilizar a imagem em tons de cinza para fazer a limiarização.
- Níveis de preto e branco de cada pixel são escolhidos dependendo do valor da intensidade luminosa do pixel e um valor limite entre os dois níveis (limiar).

```
Para  $i = 1$  até  $N_x$  faça;  
  Para  $j = 1$  até  $N_y$  faça;  
    Se  $I(i, j) < \text{limiar}$  então;  
       $I(i, j) = 0$ ;  
    Senão;  
       $I(i, j) = 255$ .
```

# Limiarização

- Exemplo de histograma.



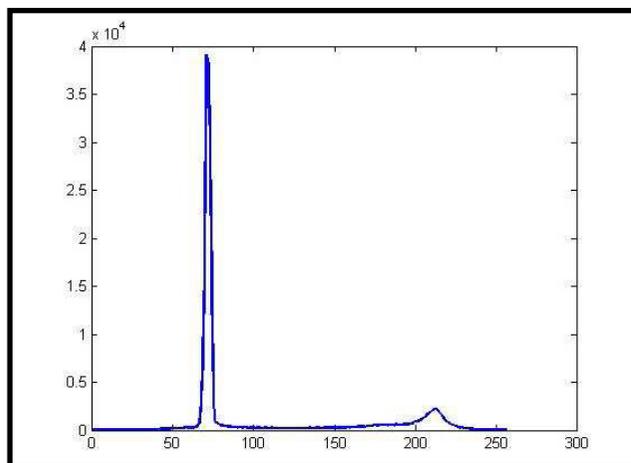
# Limiarização

- Exemplo de limiarização.

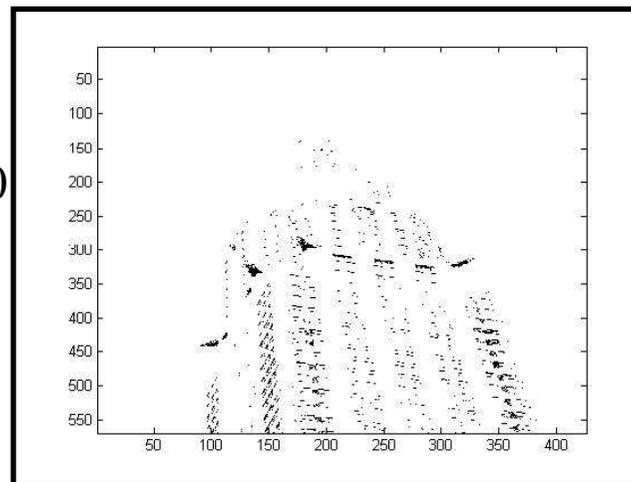


# Limiarização

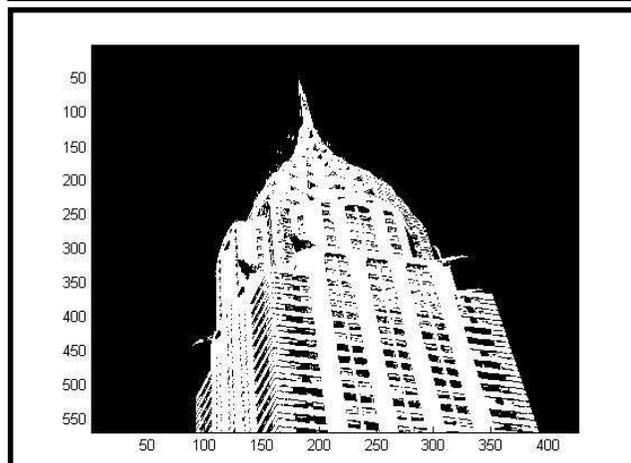
- Exemplos de diferentes limiares.



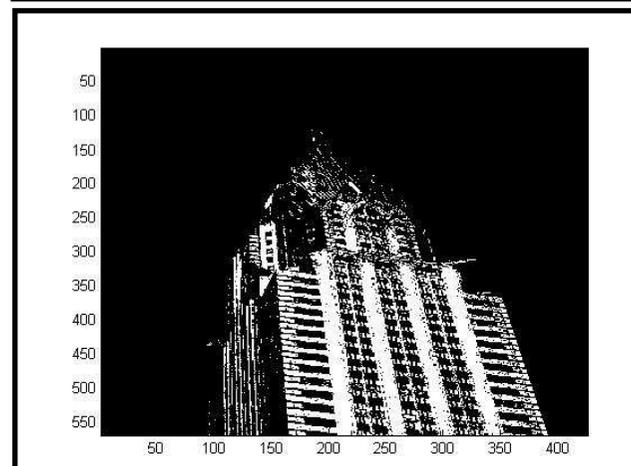
$L=50$



$L=100$

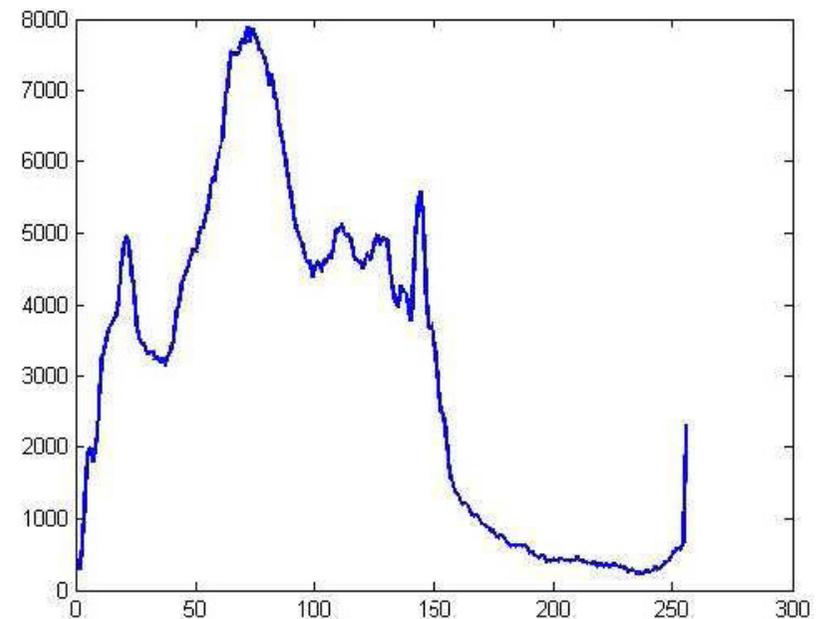
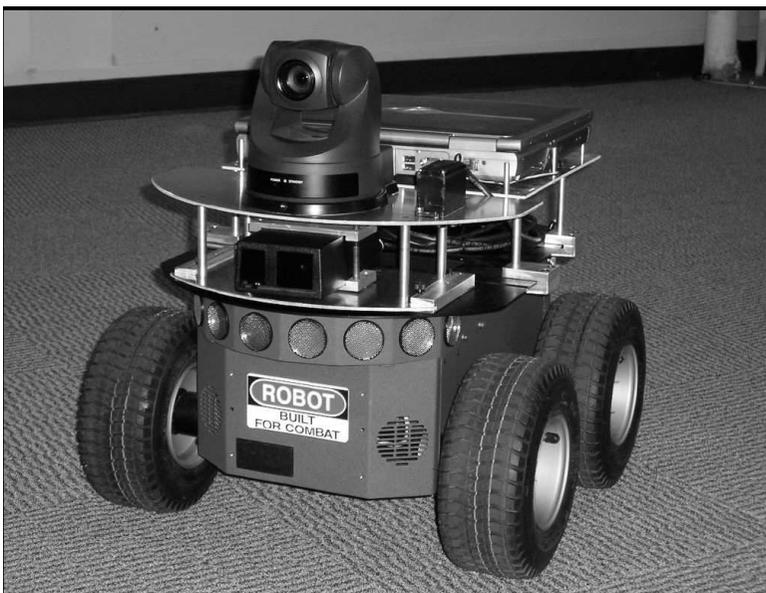


$L=200$



# Limiarização

- Mas as coisas não são tão simples assim.



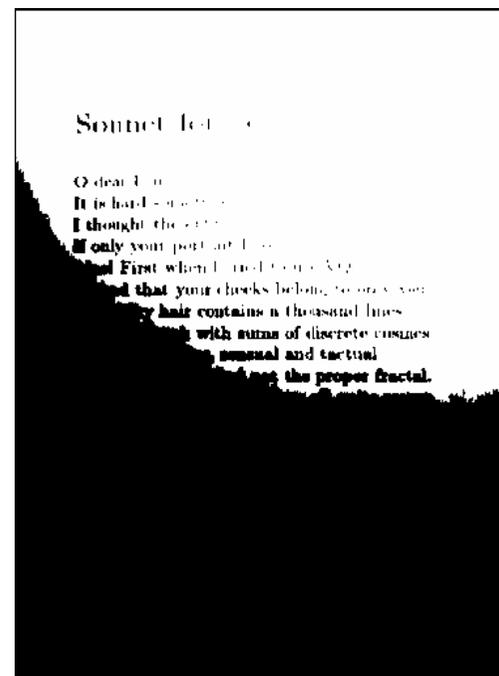
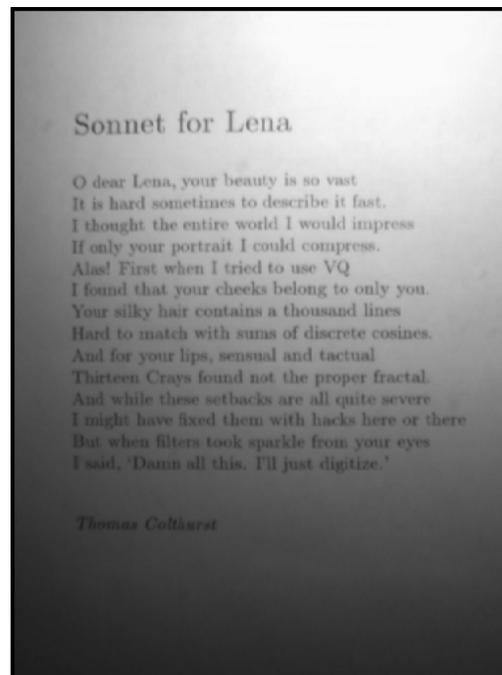
- Nesse caso como escolher um nível de limiar adequado?

# Limiarização

- Como escolher o valor do Limiar?
  - Por meio da experiência;
  - Por tentativa e erro;
  - Estatística da imagem (média e desvio padrão);
  - Histograma de intensidade luminosa  $\Rightarrow$  procura o valor que melhor separa regiões de interesse.
- Qual a melhor forma?

# Limiarização

- Algumas imagens, em razão de mudanças de brilho ao longo da imagem, são impossíveis de serem segmentadas com qualidade usando um único limiar.



# Limiarização

- Uma possível solução  $\Rightarrow$  limiar adaptativo.
- Limiarização adaptativa emprega limiares locais obtidos por meio de alguma estatística (ex. a média) dos pixels vizinhos.
- O tamanho da vizinhança pode variar dramaticamente dependendo dos níveis de gradientes presente na imagem.
- Abordagem similar pode ser aplicada no caso de limiar global quando a intensidade luminosa média da imagem varia com o tempo.
  - Exemplo  $\Rightarrow$  imagens externas ou presença de iluminação local em ambientes internos.

# Sumário

- Histograma de luminosidade:
  - Equalização de histogramas.
- Conversão de imagens  $\Rightarrow$  binarização:
  - Limiar fixo;
  - Problemas com limiar fixo;
  - Solução  $\Rightarrow$  Limiar adaptativo.

# Exercícios

1. Faça o histograma da imagem.
2. Escolha um limiar e faça a binarização da imagem.

