

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.

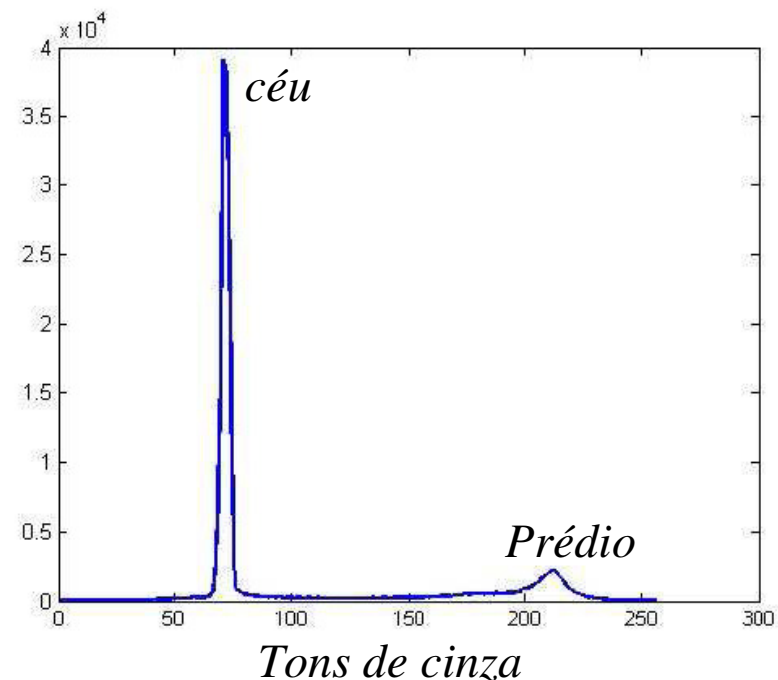
Conversão de imagem

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



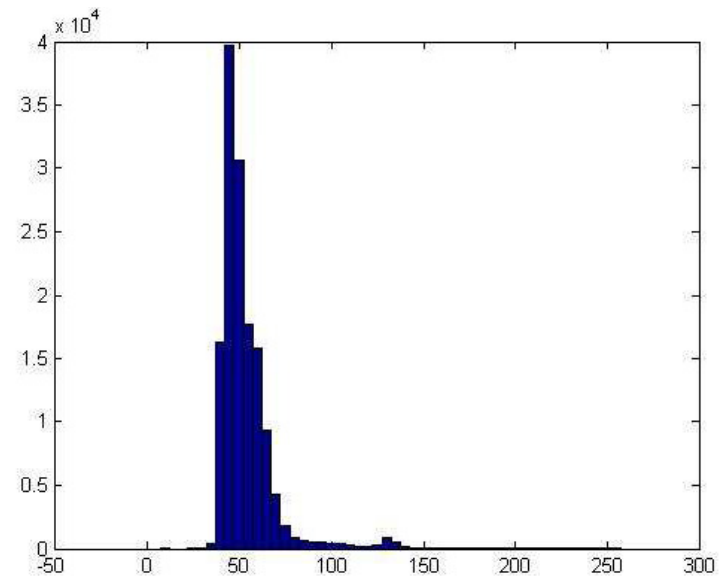
Histograma de luminosidade

- 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?

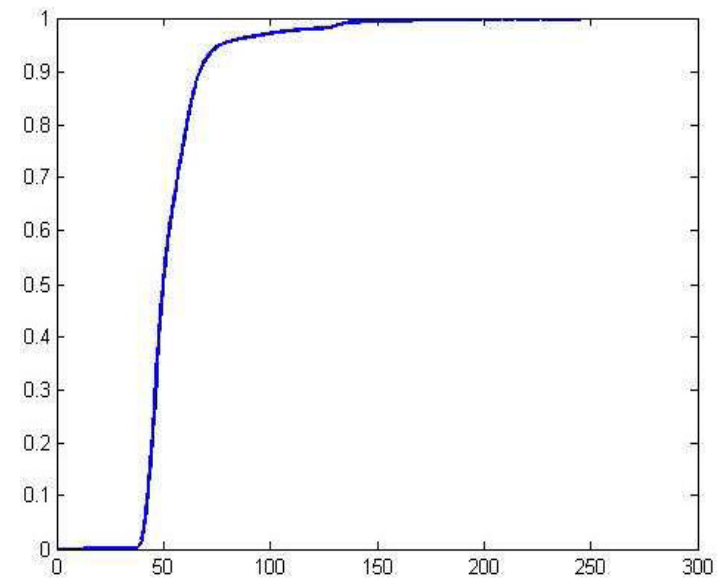
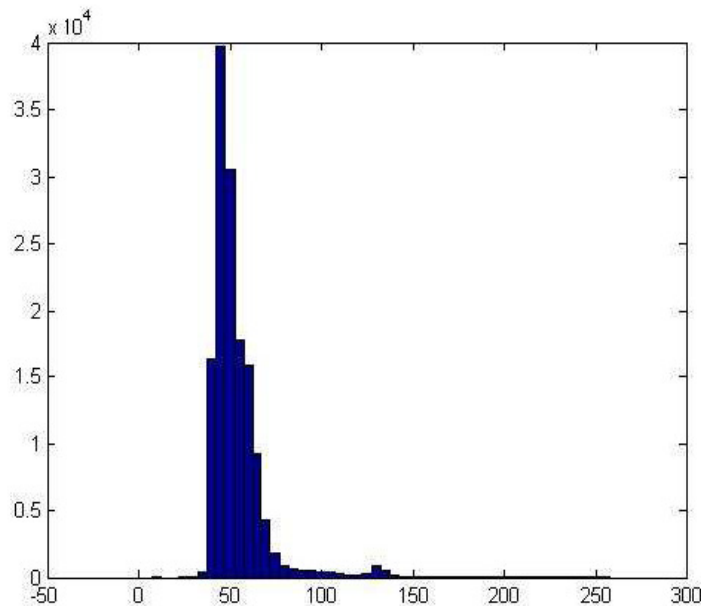


Histograma de luminosidade

- 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:

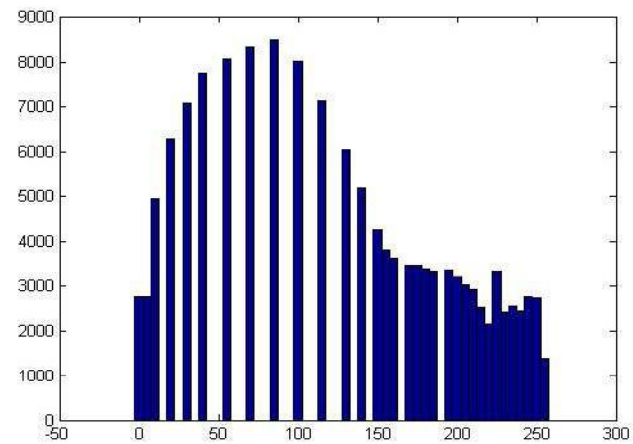
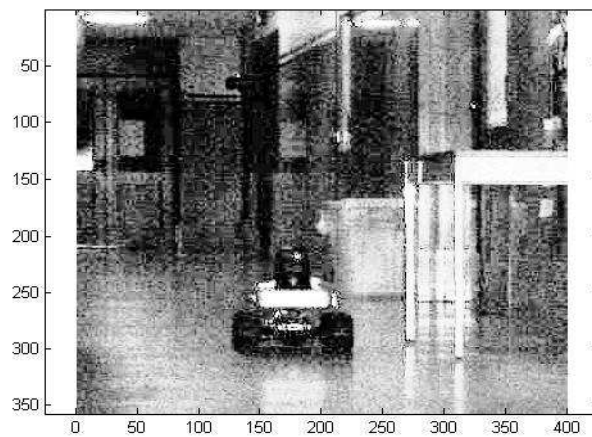
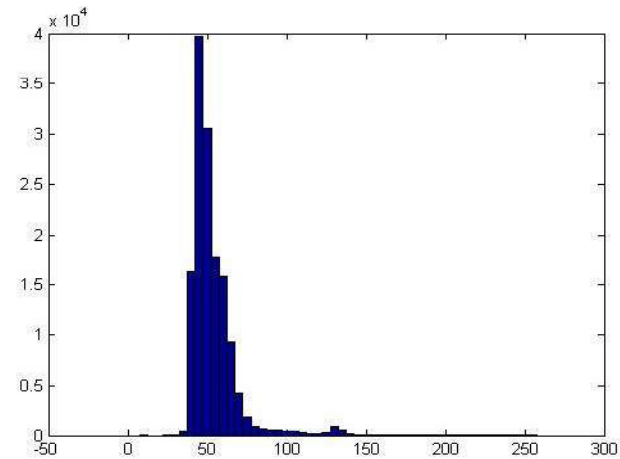
$$I_2(x, y) = I_{\max} \sum_{k=0}^R \frac{n_k}{N}$$

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.



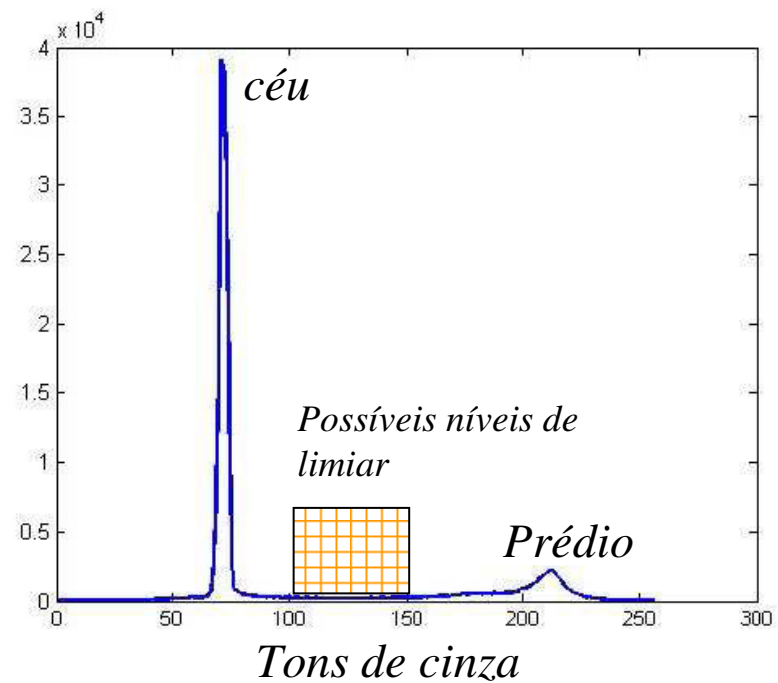
Limiarização

- 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.



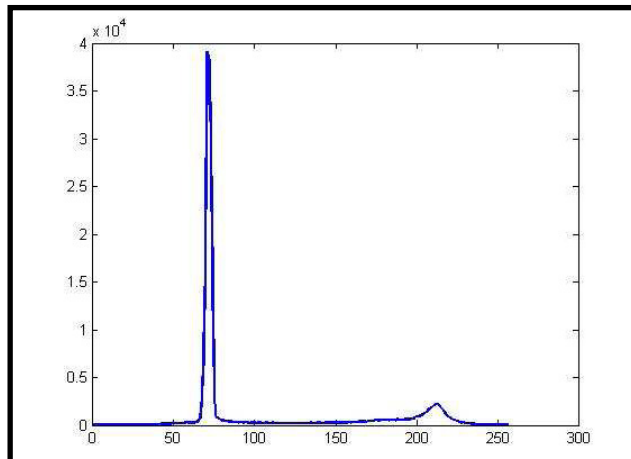
Limiarização

- Exemplo de limiarização.

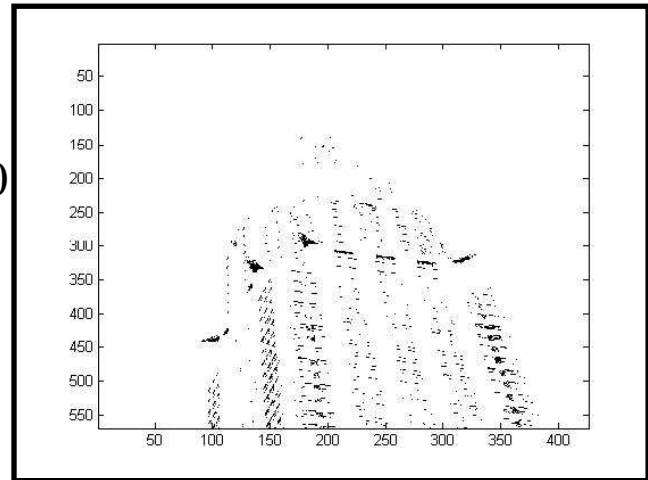


Limiarização

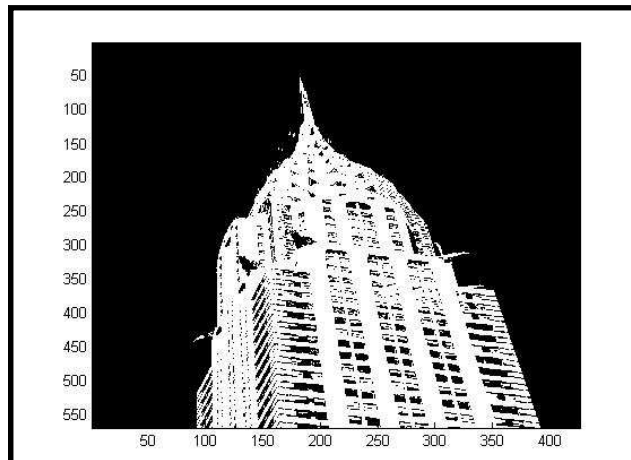
- Exemplos de diferentes limiares.



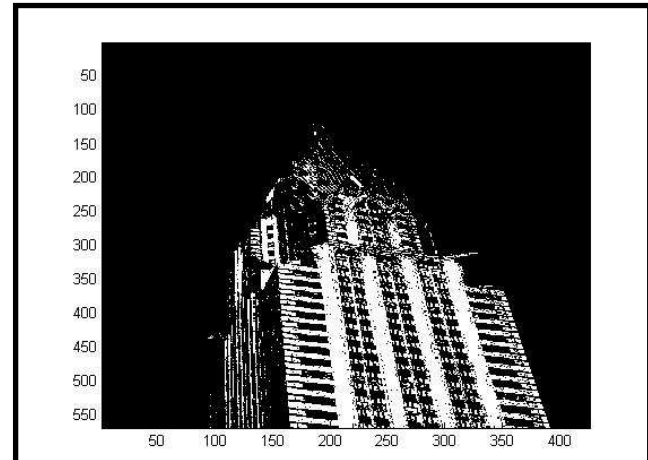
$L=50$



$L=100$

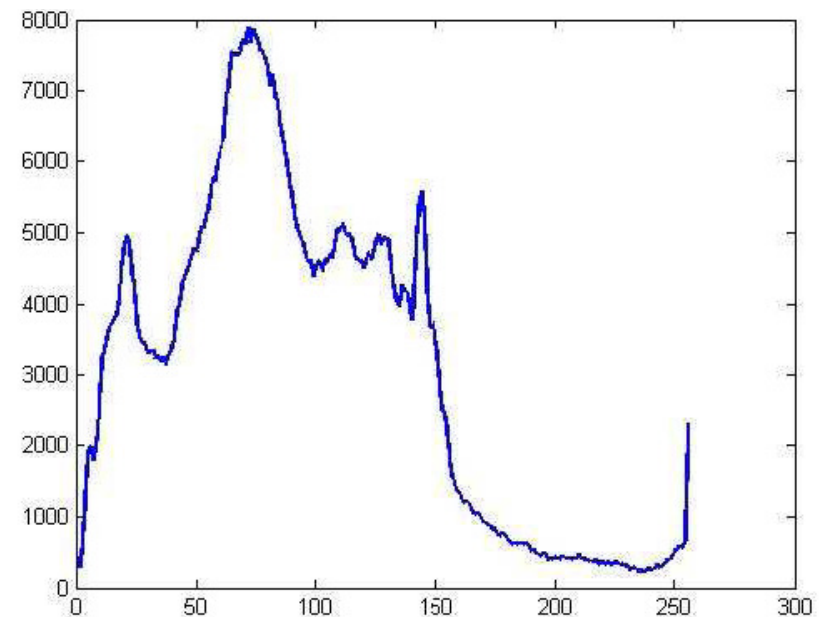
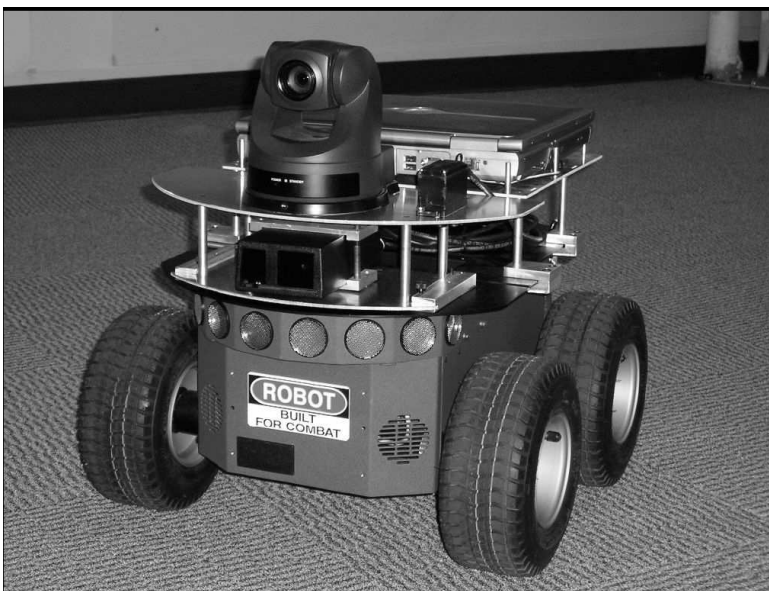


$L=200$



Limiarização

- Mas as coisas não são tão simples assim.



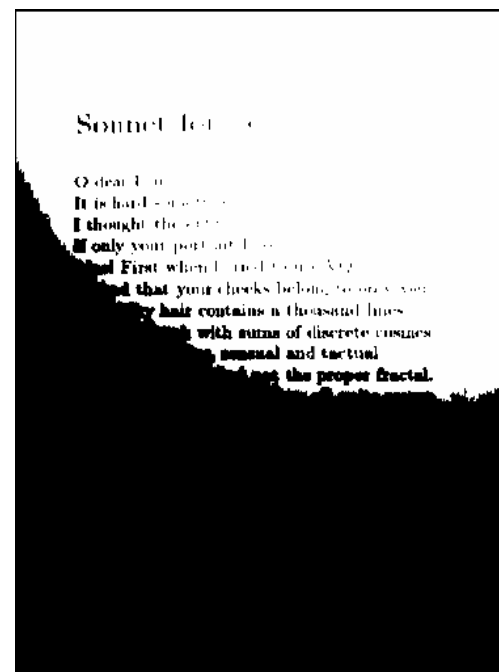
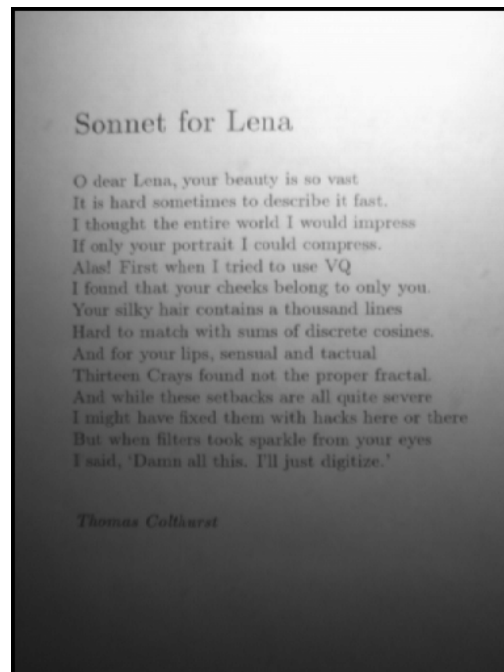
- Nesse caso como escolher um nível de limiar adequado?

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.

