



# UFES

**CENTRO TECNOLÓGICO**

**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS I**

**BRUNO BAPTISTA GUERRA**

**Vitória**

**2021/1 Earte**

## Lista 2 PDI:

1) Faça uma rotina que converta RGB-HSI e outra de HSI-RGB. Depois, usando essas transformações, substitua, automaticamente, a cor das laranjas para verde na imagem oranges.jpg. Discuta a sua solução.

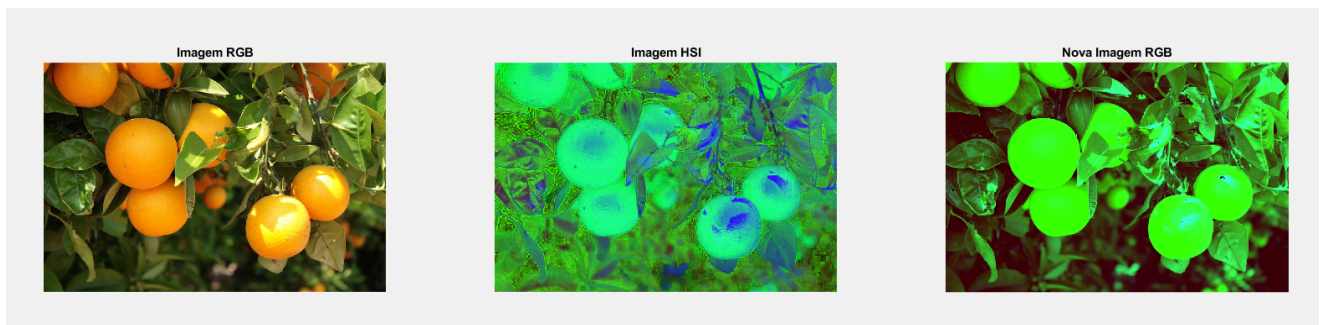


Figura 1: (a) Imagem original. (b) Imagem transformada em HSI. (c) Imagem com HSI modificado das laranjas.

A solução utilizada nessa questão foi implementar um algoritmo que convertesse RGB-HSI e em seguida HSI-RGB, assim, obtivemos a imagem original das laranjas da figura original sendo descrita pelas matrizes H, S e I.

A partir da matriz H obtida, alteramos ao retornar para RGB de forma que na região RG em que  $(H(x,y) < 0,2)$  recebessem um valor similar ao observado nas folhas da laranjeira, e com isso, ao obter novamente as componentes RGB, resulta na nova imagem RGB vista na parte da direita da Figura 1 acima.

2) Realize a equalização de histograma na figura baixo\_contraste.jpg. Mostre os resultados e comente a sua solução.

A partir da imagem com baixo contraste, encontramos o histograma de sua intensidade como podemos ver no *subplot* ao lado. Em seguida, aplicamos uma função de transferência que aplica no histograma acumulado e faz um mapeamento em números inteiros que variam de 0 até 255. Nessa função, calculamos a probabilidade acumulada e dividimos pelo número total de *pixels*.

O histograma equalizado é mostrado na parte inferior direita da Figura 2, onde é possível observar que conseguimos obter uma imagem com melhor contraste de cores.

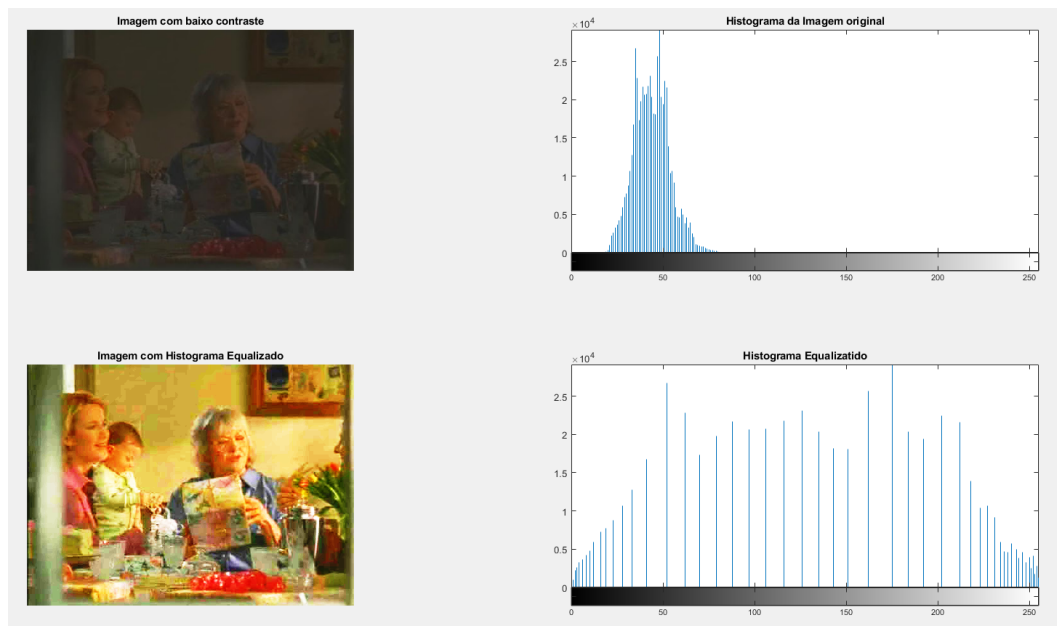


Figura 2: Imagens e Histogramas obtidos.

**3) Aplique Sobel na imagem Fig10.10(a).jpg para obter as bordas. Use um limiar adequado. Talvez haja a necessidade de suavizar a imagem.**

A Figura X a seguir apresenta os resultados obtidos da aplicação do filtro de Sobel na imagem “Fig10.10(a).jpg”. Utilizamos um filtro de média 3x3 para suavização da imagem.

O gradiente  $G_x$  foi calculado utilizando a seguinte máscara para direção x:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Já para direção y, o gradiente  $G_y$  é usando a máscara:

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Para as figuras foi obtido o valor absoluto do gradiente. A última figura é o resultado com a soma do resultado em ambas as direções.

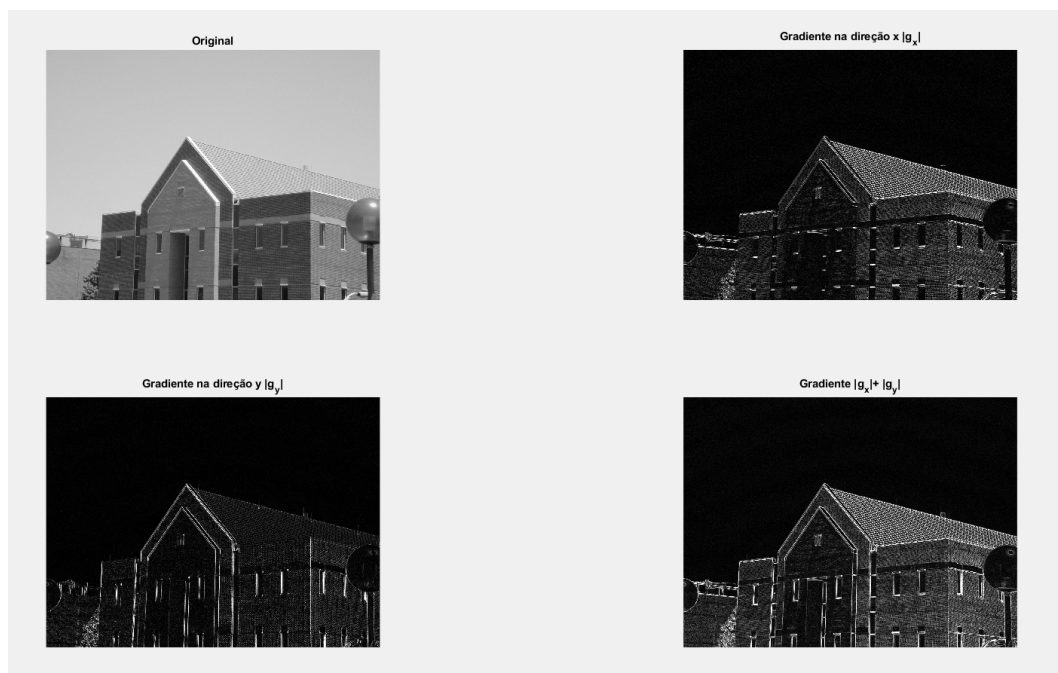


Figura 3: Resultados obtidos do filtro de Sobel.

4) Implemente e aplique o algoritmo de escolha de um limiar global e o algoritmo de Otsu para segmentar a imagem *rice.jpg*. Em seguida, aplique algum método para correção de iluminação para melhorar a qualidade da segmentação. Compare os resultados.



Figura 4: (a) Imagem *rice.jpg* original. (b) Imagem *rice.png* com limiarização global simples. (c) Imagem *rice.png* limiarizada com Otsu.

A partir dos dois métodos, alcançamos o mesmo resultado com limiar de  $T=131$ . Algo importante para salientar é que na figura central e à direita na parte inferior da imagem encontramos um resultado insatisfatório, eliminando alguns grãos de arroz da imagem original de “*rice.jpg*”.

Assim, aplicamos uma máscara de iluminação apenas na parte inferior da imagem original obtendo os seguintes resultados:

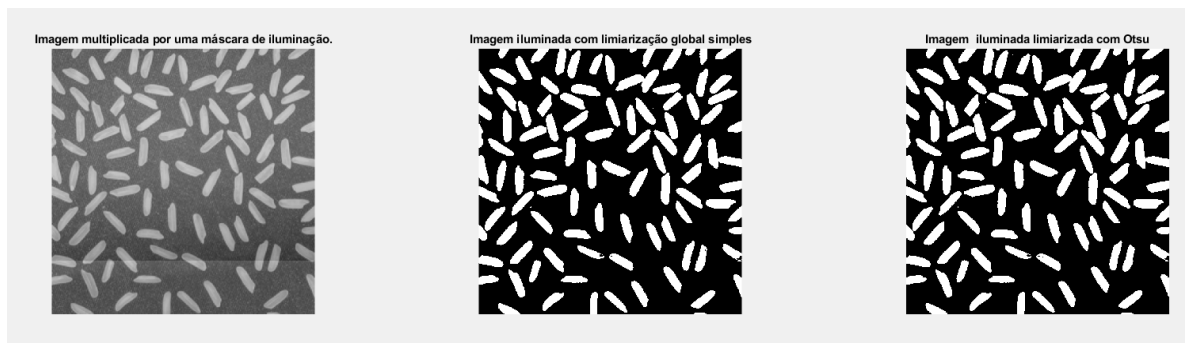


Figura 5: (a) Imagem rice.jpg iluminada. (b) Imagem rice.png iluminada com limiarização global simples. (c) Figura rice.png iluminada limiarizada com Otsu.

Portanto, os métodos alcançaram resultados iguais,  $T = 135$ . Agora, a parte inferior das imagens exibe bom resultado, com a presença dos grãos de arroz.

**5) Reproduza o exemplo 11.12 do livro texto para as imagens Fig8.02(b).jpg e Fig8.02(a).jpg. Mostre os resultados e comente a solução. Pode usar a função pronta de FFT.**

Dada as imagens “Fig8.02(b).jpg” e “Fig8.02(a).jpg” vista na Figura 6 abaixo, iremos obter o espectro de Fourier das imagens originais  $|F\{I(x,y)\}|$ . Podemos observar esse espectros na Figura 7.

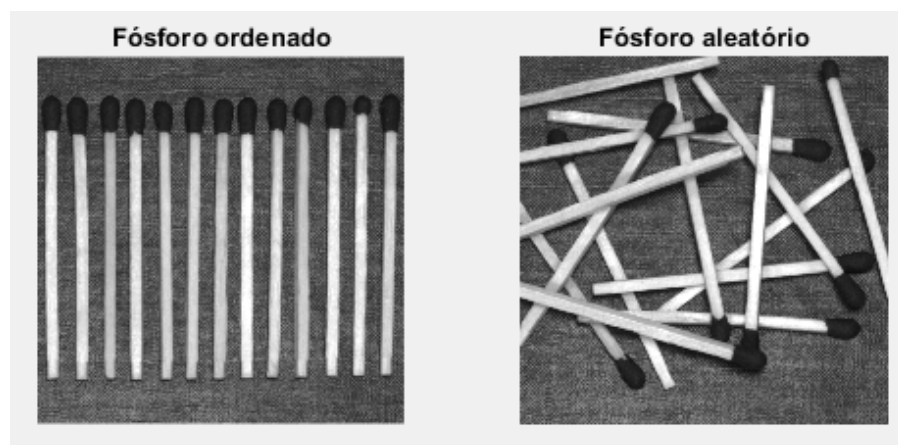


Figura 6: Imagens dos fósforos ordenados e aleatórios.

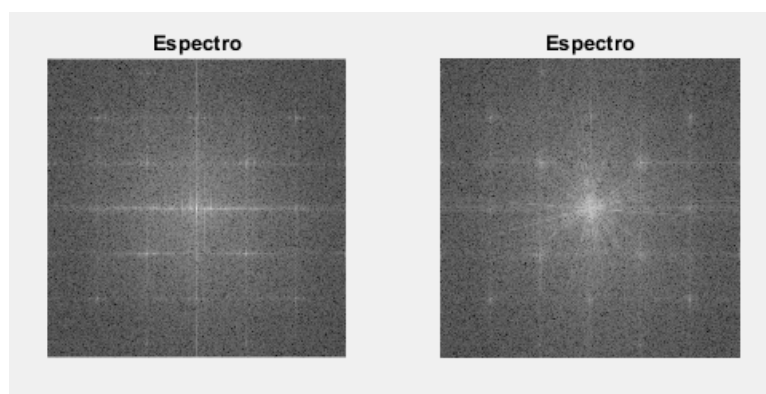


Figura 7: Espectro de Fourier das imagens dos fósforos ordenados e aleatórios.

Assim, o descritor pode ser obtido através das intensidades dos valores ao longo de uma seção radial partindo da origem ( $S_r(\theta)$ ) ou ao longo de semicírculos ( $S_\theta(r)$ ). O resultado desses descritores é apresentado nas Figuras 8 e 9 abaixo.

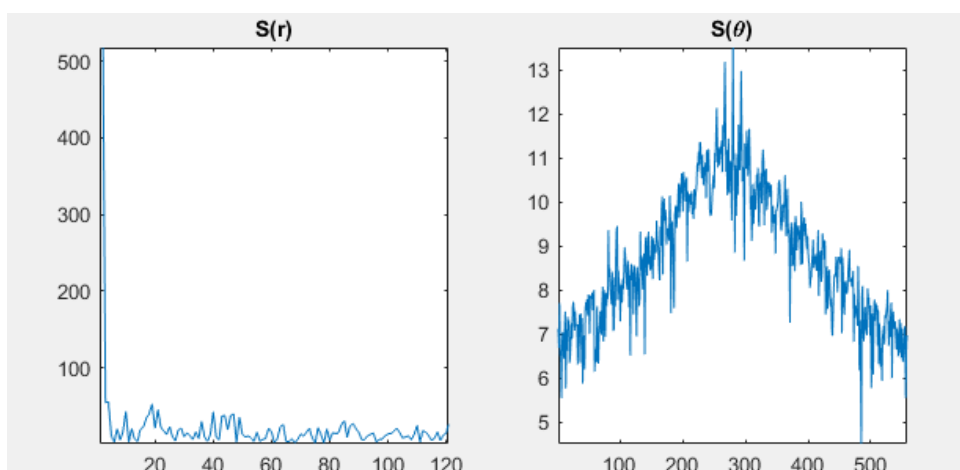


Figura 8: Gráficos de  $S(r)$  e  $S(\theta)$  para o espectro dos fósforos ordenados.

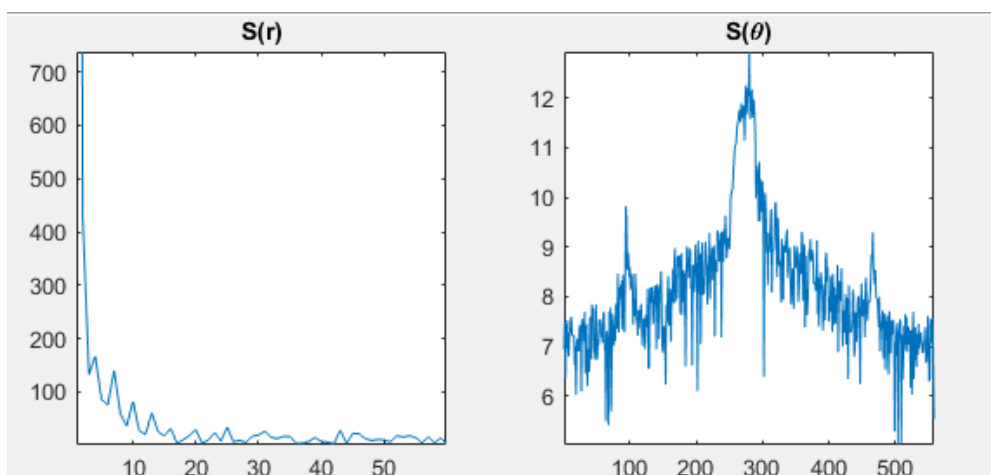


Figura 8: Gráficos de  $S(r)$  e  $S(\theta)$  para o espectro dos fósforos aleatórios.

## Perguntas:

**1) A transformada de Hough discutida no livro é usada para encontrar retas numa imagem, porém ela pode ser usada para encontrar outras formas geométricas simples. Explique quais seriam as mudanças necessárias para a transformada de Hough encontrar círculos.**

A Transformada de Hough é um método padrão para detecção de formas parametrizadas, onde uma função  $g(v,c) = 0$  que relaciona as coordenadas  $v$  e os coeficientes  $c$ . Para encontrar círculos, temos que:

$$(x - c_1)^2 + (y - c_2)^2 - c_3^2 = 0$$

Onde  $v = (x,y)$  e  $c = (c_1, c_2, c_3)$ .

Para cada ponto de  $x$  e  $y$ , é incrementando  $c_1$  e  $c_2$ , encontrando  $c_3$  a partir da equação. Os coeficientes  $c$  que descrevem os círculos centrados em  $c_1$  e  $c_2$ , com raio  $c_3$  no ponto  $(x,y)$  na sua circunferência. Sabemos que o vetor  $c^*$  com três elementos resultando em um espaço de três dimensões. Logo, para cada dois ou mais pontos inscritos em uma mesma circunferência, temos um acumulador  $A(i,j,k)$  que descreve a força no espaço tridimensional dos coeficientes, assim como para utilizarmos na transformada de Hough para retas.

**2) Tente definir com as suas palavras o que é textura em uma imagem. Por que ela é importante na tarefa de segmentação de imagens?**

Textura pode ser definida como características empregadas pelo sistema visual humano, contendo informações sobre a distribuição espacial e a variação de luminosidade, além de descrever o arranjo estrutural das superfícies e relações entre regiões vizinhas.

A utilização de informações de texturas se apresenta como uma abordagem adequada para descrição de regiões de uma imagem. Embora o sistema visual humano apresenta facilidade no reconhecimento e descrição de texturas, é extremamente difícil formalizar sua definição ou desenvolver um conjunto de descritores ou medidas que possa ser utilizado para análise de imagens em diferentes domínios de aplicações.

A ocorrência de interações aleatórias e grandes variações em escala de cinza entre as primitivas caracterizam texturas finas, enquanto interações melhor definidas e a presença de regiões mais homogêneas caracterizam texturas ásperas sendo muito importante para segmentação de imagens por permitir descrever um objeto através dessas características.

### 3) Explique o procedimento de divisão e fusão de região (Seção 10.4.2).

A descrição do particionamento pode ser descrita pelo seguinte procedimento, no qual, em qualquer etapa, temos:

1. Dividir em quatro quadrantes qualquer região  $R_i$  para a qual  $Q(R_i) = \text{FALSO}$ ;
2. Quando não for possível continuar dividindo, fundir as regiões adjacentes  $R_j$  e  $R_k$  para as quais  $Q(R_j \cup R_k) = \text{VERDADE}$ ;
3. Parar quando a fusão não for mais possível.

Toma-se como exemplo a Figura 9, nela, as regiões  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  cumprem a propriedade  $Q$ . A região  $R_4$  não cumpre, ou seja,  $Q(R_4) = \text{FALSO}$ , e por isso segue o particionamento descrito anteriormente. A região  $R_4$  é dividida em quatro partes:  $R_{41}$ ,  $R_{42}$ ,  $R_{43}$  e  $R_{44}$ .

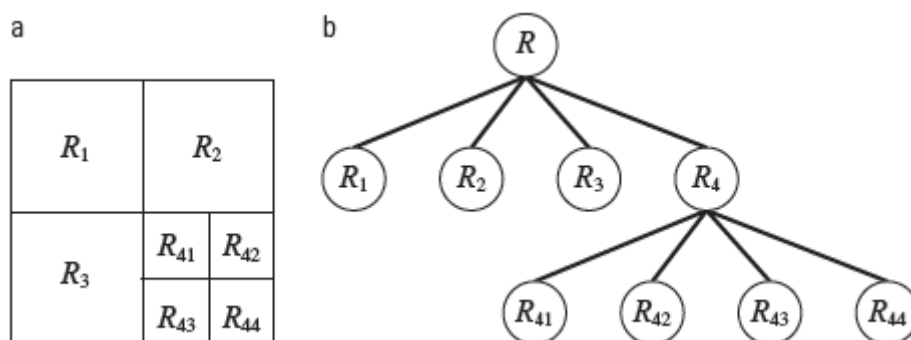


Figura 9: (a) Imagem particionada. (b) *Quadtree* correspondente.  $R$  representa toda a região da imagem.

Com o processo de divisão concluído, o próximo passo será a fusão das regiões adjacentes da imagem. Por exemplo,  $Q(R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup R_{41}) = \text{VERDADEIRA}$ ; e  $Q(R_{42} \cup R_{43} \cup R_{44}) = \text{VERDADEIRA}$ . O resultado final da fusão das regiões é vista na Figura 10.



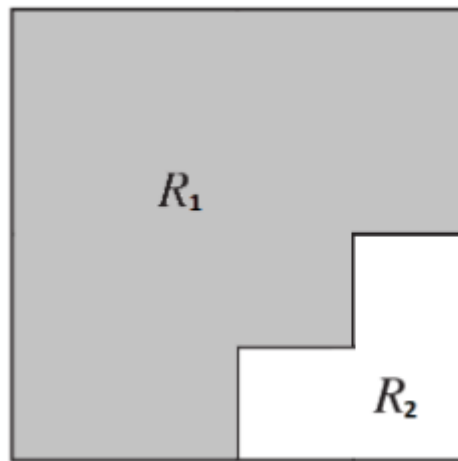


Figura 10: Fusão de regiões.