**PGF5312 – FUNDAMENTOS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS MÉDICAS – 2022**

Histogramas, LUT, Função de Mapeamento, Equalização e Threshold

**Data de entrega:**

**Nomes dos integrantes do grupo:**

1. **Avaliação do histograma**
	1. Abra a imagem “CT-Abdômen” pelo *ImageJ*.
		1. Abra o histograma da imagem (*Analyze>Histogram*...) e ative o modo “*Live*”.
		2. Utilize o botão “*Log*” para ativar a escala logarítmica e melhorar identificação das frequências dos tons de cinza.
		3. Utilize o atalho “Alt+H” para binarizar o histograma para: 8, 16, 32, 64 e 128 *bins*. Descreva a relação entre o número de *bins* e a apresentação do histograma.
		4. Observe a LUT apresentada no histograma e indique o intervalo de tons de cinza da imagem avaliada.
2. **Avaliação da *LookUp Tables***
	1. No *ImageJ* utilize o menu: *Image>Color>Show LUT* (*Show Lookup Table*) para mostrar a distribuição de cores em valores de RGB. A visualização é muito similar a aparência da função de mapeamento, porque a *Lookup Table* é o “mapeamento” de cada intensidade original para uma determinada cor. O botão “*List*” mostra os valores atuais da *lookup table*.
		1. Qual é o comportamento da LUT apresentada?
		2. Altere a *LookUp* *Table* para “*edge*” (*Image>LookUp Tables>edges*) e visualize a nova LUT. Como é o comportamento da LUT apresentada?
	2. Entre no menu: *Image>Adjust>Brightness/Contrast* para aplicar um ajuste linear do contraste da imagem. Essa ferramenta contém quatro controles para ajustar apenas dois parâmetros. É mais fácil fazer os ajustes usando apenas as duas primeiras barras de controle (*minimum e maximum*) ou apenas as duas últimas (*brightness e contrast*).
		1. Ajuste o brilho e o contraste ou o máximo e mínimo para essa LUT (*edges*) para identificar a borda de todos os órgãos. Tente se aproximar ao máximo da imagem abaixo:

Figura 1. Imagem do abdômen com bordas das estruturas realçadas.

* + 1. Com uma ROI circular pequena, meça o sinal do rim direito e no fígado conforme indicados na figura acima.
		2. Retorne a LUT para “*Grays*”. E remeça os sinais na mesma posição anterior. Os valores sofreram alteração? Isso era esperado?
1. **Avaliação da Função de Mapeamento.**
	1. Abra a ferramenta de edição da LUT (*Image>Color>Edit LUT*...). Você verá uma matriz de tons de cinza. Cada posição da matriz representa um valor de intensidade de pixel bruto e a cor que essa intensidade está associada. A informação da intensidade de sinal (no caso da tomografia computadorizada o HU) que cada célula da matriz corresponde é mostrada na janela padrão do *ImageJ* quando o cursor é passado sobre a célula.
		1. Encontre a posição na matriz que correspondem aos sinais do Fígado e do Rim medidos no item 2.b.ii.
		2. Substitua o tom de cinza dessas posições para preto (Red=0;Green=0;Blue=0). Observe a imagem gerada.
		3. Altere os tons de cinza para preto das vizinhanças imediatamente adjacentes àquela da posição da matriz substituída no item ii. Observe, na imagem gerada, os órgãos indicados no item i. O que aconteceu com o tom de cinza desses órgãos?
		4. Aplique as alterações da função de mapeamento e ajuste o nível e a janela para melhor visualização dos rins. Aplique o janelamento escolhido (resultado após aplicar a função de mapeamento).
		5. Meça novamente o sinal do fígado e do rim. O que aconteceu com o sinal? É o mesmo do medido no item 2.b.ii.? Discuta as possíveis diferenças observadas.
		6. Avalie novamente o histograma e compare com aquele observado no item 1.a.i.
		7. Ao final deste item você deverá ter obtido uma imagem parecida com a mostrada a abaixo, com tom de cinza preto nos órgãos aplicados.



**Figura 2.** Imagem com tom de cinza preto para os rins.

1. **Avaliação da Equalização do Histograma.**
	1. Reabra a imagem do abdômen. No *ImageJ* entre em: *Process>Enhance Contrast* para aplicar uma normalização automática com ajuste de saturação. Avalie o histograma antes e depois de aplicar esta ferramenta. Discute as possíveis diferenças observadas.
	2. A Equalização é uma opção dentro da ferramenta “*Enhance Contrast*”. O algoritmo padrão usa a raiz quadrada da quantidade de pixel do histograma original para definir o histograma cumulativo e a função de mapeamento. Com a tela do “*Enhance Contrast*” aberta, utilize o atalho “*Alt+Enter*” para aplicar uma equalização usando a contagem de pixels bruta. Se uma ROI está definida dentro da imagem quando a ferramenta de *Enchance Contrast* é utilizada então a opção “*Update All When Normalizing*” estará disponível. Essa opção usa apenas a informação contida dentro da ROI para o cálculo da função de mapeamento, mas aplica a função de mapeamento para todos os pixels da imagem. Em caso de uma equalização com função de mapeamento baseada em ROI sempre será aplicada para toda a imagem.
	3. Aplique a equalização e discuta as possíveis diferenças observadas no histograma.
2. **Avaliação do Threshold**
	1. O menu: *Image>Adjust>Threshold* cria uma imagem binária baseada na seleção acima e abaixo de um limiar (*thresholds*) escolhido. Todas as intensidades de *pixels* acima desse liminar, ou abaixo dele, são trocadas para o máximo (branco). Pixels entre os limites superior e inferior recebem valores zero (preto). Essa ferramenta permite mostrar a uma visualização de cores na imagem binarizada.
		1. Utilize a ferramenta de *threshold* para remover o cobertor da imagem do paciente. Ajuste o *threshold* para obter a exata delimitação do contorno do paciente (máscara binária) e eliminar a informação do cobertor.
		2. Abra uma nova imagem do mesmo abdômen e realize a multiplicação com a máscara binária criada no item i (*Process>Image Calculator*...). Ajuste o nível e a janela. Você deverá obter imagens semelhantes às abaixo.



**Figura 3.** Etapas para remoção do cobertor.

* + 1. Utilize a ferramenta de desenho de ROI e remova a mesa da imagem binária e refaça a multiplicação para remover a mesa da imagem.
		2. Com a imagem binária sem mesa e sem cobertor, crie uma ROI com este formato. (*Edit>Selection>Make Selection*...). Meça a área e a circunferência do paciente.

**Figura 4**. Exemplo da Máscara para avaliação da área e circunferência do paciente.

1. **Aplicação da LookUp Table (LUT) em imagens clínicas.**
	1. Abra a imagem de tomografia computadorizada do abdômen “CT\_Abdomen”. Use os conhecimentos aplicados nas questões anteriores para gerar imagens mais próximas possíveis das imagens abaixo:
		1. Esquerda: com eliminação total de sinais proveniente dos ossos.
		2. Direita: com ênfase aos rins.
	2. Descreva o passo a passo realizado para que outra pessoa consiga reproduzir o seu processamento criado para suas imagens.



**Figura 5**. Processamentos resultantes com remoção do sinal dos ossos(esquerda) e ênfase no sinal dos rins (direita).