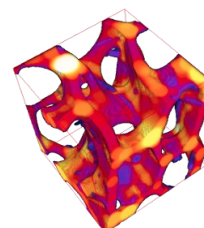




**Mestrado Profissional
em Proteção Radiológica**
IFSC



Programa de manipulação de imagens



ImageJ

**Manual para aplicação em imagens radiológicas
DICOM**

baseado na versão 1.53h

Prof. Flávio Augusto Soares, Dr.
CST Radiologia / PPG em Tecnologias Radiológicas
Campus Florianópolis / IFSC
Fevereiro de 2022

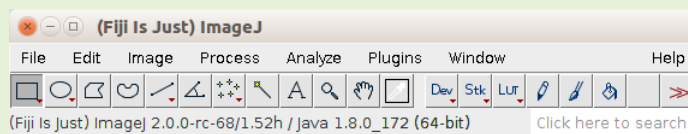
Programa ImageJ

O Programa **ImageJ** foi criado para manipular imagens de qualquer formato ou padrão. E para nossa sorte, é um dos poucos que manipula o padrão DICOM utilizado na medicina, em especial na radiologia digital. Muito usado por pesquisadores, além de manipular imagens, outra função muito importante do programa é obter informações e estatísticas, como medir áreas e distâncias, saber as cores/tons presentes, além de aplicar filtros necessários e alterar a apresentação das imagens para pesquisas científicas.



Este programa é um aplicativo desenvolvido gratuitamente na linguagem Java. Por isso, na maioria dos casos não precisa ser “instalado” no computador (e nem requer senha de administrador para usá-lo). Pode ser utilizado em qualquer sistema operacional (Windows, Linux, OS X). Para baixá-lo acesse <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>. A versão atual é 1.8 (Plataform Independent).

Outra versão com mais algumas funções é conhecida como **Fiji** (*). Você pode encontrá-la em <https://imagej.net/Fiji/Downloads>. O **Fiji**, atualmente na versão 1.53c (a contagem é diferente) é totalmente compatível com o **ImageJ**. Visualmente o **Fiji** é idêntico ao **ImageJ**, apenas nas abas *Analyze* e *Plugins* é que poderemos notar a diferença com a presença de mais funções.



Outros aplicativos ou *plugins* que foram desenvolvidos com base no **ImageJ** são:

- **Bio7** – aplicativo para modelamento ecológico e análise estatística, inclui o ImageJ;
- **Icy** – análise de imagens biológicas;
- **BoneJ** – *plugin* para FIJI de análise de ossos.

Outro função importante é que você pode facilmente criar uma *Macro*, *Plugin* ou *Função* e adaptar o **ImageJ** para funcionar como você quiser ou precisa. Ou seja, o **ImageJ** é programável, você pode fazer suas próprias manipulações de imagem de forma automática, sem precisar ficar repetindo comando por comando inúmeras vezes (macro). E também criar um algoritmo (sequencia de instruções), que chamamos de função, para extrair informações ou mesmo alterar a imagem, como medir a área de um tumor ou destacá-lo (trocar a cor) quando ao aplicativo encontrar um na imagem. Se esse algoritmo for interessante e servir para outros usuários você pode incluí-lo no pacote **ImageJ**, no formato *plugin*, para que outros usuários também possam usar.

As imagens e textos descritos neste manual foram baseados na versão 1.53h do aplicativo.

* FIJI é abreviatura para *Fiji is just ImageJ*, ou traduzindo, FIJI é apenas ImageJ.

1. Instalando

Após baixá-lo, normalmente em formato compactado, você deve escolher um diretório para descompactar todos os arquivos. Para Windows, a dica é usar seu diretório pessoal (C:\usuário\seu nome) e NÃO o C:\arquivos de programas.

Procure o arquivo **ij.jar**, no diretório onde foi descompactado e selecione-o para rodar.

Ao abrir, você verá que ele tem uma interface bem simples e até mesmo pequena. Apenas uma barra de ferramentas.

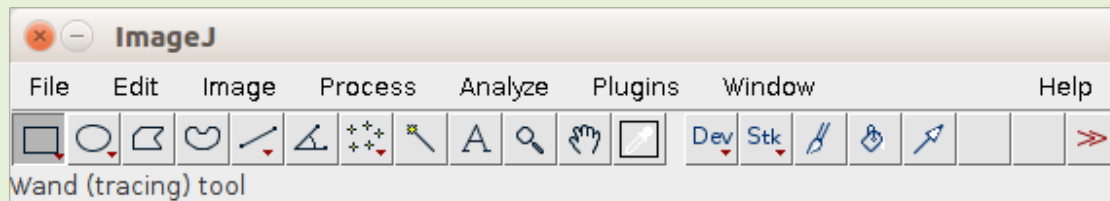


Figura 1: Janela inicial do programa ImageJ. (versão 1.53h)

Ele permite a inclusão de muitos *Plugins* (funções desenvolvidas que são acrescentadas ao programa principal). Por isso, dependendo da versão que você baixar, isso pode alterar um pouco a sua estrutura ou a disposição dos ícones. Outro ponto importante é que ele permite que você crie macros e algoritmos, permitindo a você desenvolver verdadeiros programas de manipulação de imagens, inclusive com interação do usuário. Isso é outra vantagem do **ImageJ** em relação a alguns programas comerciais.

2. Janela Principal

Todo o funcionamento do **ImageJ** está baseado na Janela Principal que vamos chamar de *Barra Principal* a partir de agora e é mostrada abaixo.

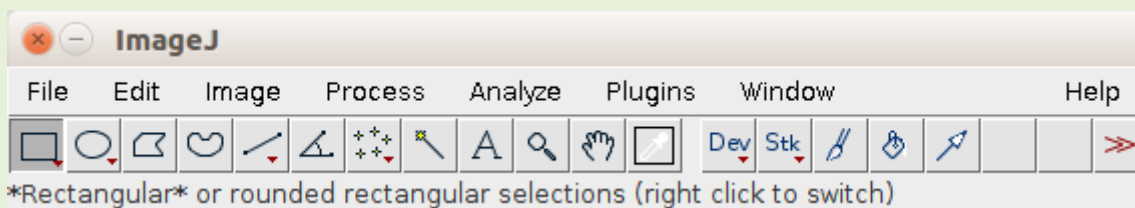


Figura 2: Barra Principal do ImageJ. (versão 1.53h)

Nessa barra principal podemos ver os seguintes *menus/textos*: (versão 1.53h)

File → New, Open, Open Next, Open Samples, Open Recent, Import, Close, Close All, Save, Save As, Revert, Page Setup, Print, Quit.

Edit → Undo, Cut, Copy, Copy to System, Past, Past Control, Clear, Clear Outside, Fill, Draw, Invert, Selection, Options.

Image → Type, Adjust, Show Info, Properties, Color, Stacks, Hyper-stacks, Crop, Duplicate, Rename, Scale, Transform, Zoom, Overlay, Lookup Table.

Process → Smooth, Sharpen, Find Edges, Find Maxima, Enhance Contrast, Noise, Shadows, Binary, Math, FFT, Filters, Batch, Image Calculator, Subtract Background, Repeat Command.

Analyze → Measure, Analyze Particles, Summarize, Distribution, Label, Clear Results, Set Measurements, Set Scale, Calibrate, Histogram, Plot Profile, Surface Plot, Gels, Tools

Plugins → Macros, Shortcuts, Utilities, New, Compile and Run, Install.

Window → Show All, Main Window, Put Behind, Cascade, Tile

Help → ImageJ Website, ImageJ News, Documentation, Instalation, Mailing List, Dev. Resources, Plugins, Macros, Macro Functions, Examples, Update ImageJ, Refresh Menus, About Plugins, About ImageJ

E também logo abaixo vê-se os *ícones* com as seguintes funções: *(em alguns deles, o botão direito do mouse abre um submenu e o duplo clique configura a ferramenta)*

- Desenhar retângulo, elipse, polígono, mão livre, reta, ângulo e múltiplos pontos.
- Varinha
- Inserção de texto
- Zoom
- Deslocamento
- Captura de cor
- (DEV) Desenvolvimento
- (Stk) Pilha
- Pintura
- Preenchimento
- Seta
- >> → permite inserir mais ícones na barra, retornar a configuração original, etc.

Nota: De acordo com a versão (1.46/1.52/1.53/1.80) ou o aplicativo utilizado (Fiji, p.ex.), podem haver pequenas alterações nas abas, menus e funções descritas acima.

3. COMO CARREGAR UMA IMAGEM

Para o uso da Radiologia, a vantagem do **ImageJ** é que ele permite a manipulação de imagens no Padrão DICOM, que é o formato oficial das imagens médicas. Também permite salvar as imagens DICOM em outro formato, como JPG, PNG, GIF, etc.

Para carregar/visualizar uma imagem, você pode fazer de 2 maneiras:

- Na barra principal, usar o **Comando** FILE → OPEN; ou aperte simultaneamente CTRL + O;
- **Arrastar** a imagem/arquivo até em cima da barra do programa. Aparecerá as palavras *Drag and DROP* no canto esquerdo da janela, mostrando que o programa entendeu que você quer abrir aquela imagem. Solte o botão do mouse e a imagem será aberta;
- É possível selecionar várias imagens ao mesmo tempo (com tecla SHIFT) e abrir tudo de uma única vez, seja arrastando, seja selecionando na lista do diretório.

Quando a imagem é aberta, a mesma aparece em uma nova janela, independente/fora da janela do programa. Isso pode parecer desconfortável, pois a mesma pode ficar escondida por outro programa que esteja ativo, mas é muito útil para se comparar duas ou mais imagens ao mesmo tempo, pois as janelas podem ser posicionadas lado a lado.

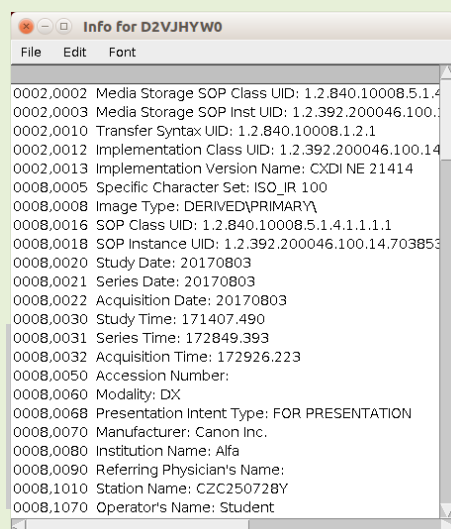
Este é uma premissa básica do **ImageJ**: todas as respostas/informações/imagens/resultados são apresentados em novas janelas (figura 3). Isso deixa a tela poluída, mas permite mais facilmente colocar as informações/imagens lado a lado.

Após carregar uma imagem, se você quiser **duplicá-la**, use as teclas CTRL+SHIFT+D e escolha o nome para a nova imagem.

Figura 3: Janela com uma imagem:
informações no cabeçalho - tamanho, matriz de *pixels*, profundidade de bits e tamanho do arquivo.



4. OBTENDO INFORMAÇÕES



Outra vantagem do **ImageJ** é que facilmente se pode obter informações do arquivo de imagem, como data/hora, número de bits, tamanho da matriz de *pixels*, inclusive máquina/modelo que tirou a foto, condições de zoom ou iluminação, local (GPS), etc. No caso de arquivos DICOM, se obtêm todas as informações (tags/metadados) do paciente (figura 4), modalidade e equipamento utilizado, do setor, protocolo, etc.

Uma vez aberta a imagem, clique na imagem (para selecioná-la) e aperte simultaneamente CTRL + I. Abrirá uma nova janela com todas as informações da imagem. Como trabalhamos com o padrão DICOM, podemos ver todas as TAG's DICOM, que foram incluídas no arquivo.

Figura 4: Janela apresentando as informações da imagem.

5. HISTOGRAMA

Histograma é uma função que conta o número de ocorrências de uma determinada categoria. No caso das imagens radiográficas, o histograma conta o número de *pixels* que contém aquele tom de cinza. Ou seja, o histograma é uma lista ou tabela (mas normalmente apresentado na forma de gráfico) que informa, por exemplo, que existem

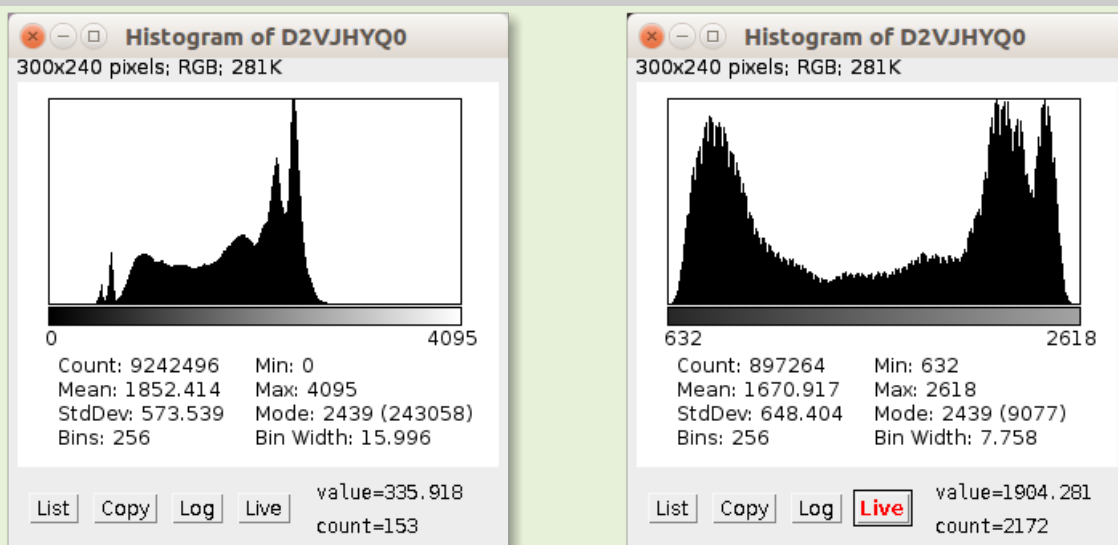
100 *pixels* com o tom 0,
220 *pixels* com o tom 8,
35 *pixels* com o tom 12,
... e assim por diante.

Ele conta quantas vezes aparece o tom de cinza na imagem, mas, importante notar, não informa sua posição na imagem, nem a qual estrutura anatômica pertence.



Figura 5: Exemplo de histograma com tons de cinza e números de ocorrências (*pixels*) daquele tom.

Para exibir o histograma de uma imagem no **ImageJ**, escolha a janela da imagem, e aperte simultaneamente CTRL + H. Abrirá uma nova janela com o gráfico do Histograma. Se quiser procurar no menu, a opção está em *Analyze* → *Histogram*.



(a)

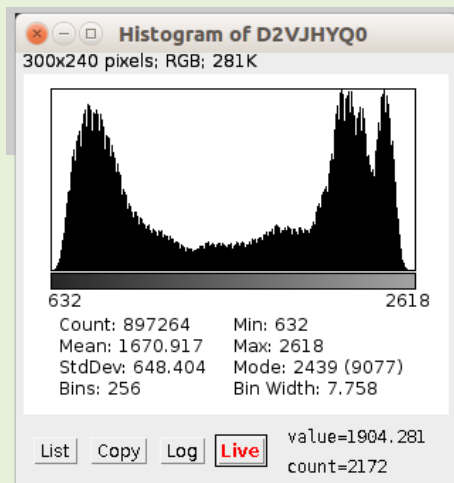
(b)

Figura 6: (a) Histograma da imagem radiográfica. (b) Histograma **Live** ativado: ao se criar uma área na imagem, é apresentado apenas o histograma daquela área delimitada.

Verifique como o histograma apresenta a quantidade de preto, branco ou tom de cinza presente na imagem. Veja que ele mostra também o total de pixels (*Count*), os valores máximo (Max) e mínimo (Min) do histograma, a média de todos os tons (*Mean*), a moda (*Mode*) da contagem e o desvio padrão (*StdDev*).

Bins são o número de segmentos que foi dividido a escala (256) e *Bin width* é a largura de cada *Bin* (arredondando = 16). Isso significa que o *Bin 1* (1º segmento) acumula a contagem dos tons de cinza de 0 a 15, *Bin 2* (2º segmento) acumula os *pixels* com tons de 16 a 31, *Bin 3* (3º segmento) vai de 32 a 47, e assim até o *Bin 256* (256º segmento) que acumula os *pixels* com tons de cinza de 4080 a 4095, que é o valor máximo apresentado. Seria como você contasse as pessoas que tem de 10 a 19 anos de idade, de 20 a 29 anos, e assim por diante, juntando-as em grupos por faixa de idade. Passando o cursor por cima do gráfico é possível ler o tom de cinza (*value*) e o número de pixels (*count*) que ele possui naquele *Bin*.

Na opção automática, o **ImageJ** apresenta o histograma de toda a imagem (todos os pixels). Mas ele permite que na janela de *Histograma* você peça a opção **LIVE**. Com ela, é possível selecionar com o cursor uma região da imagem (retangular) e verificar como é o histograma (distribuição dos tons de cinza) apenas naquela região.



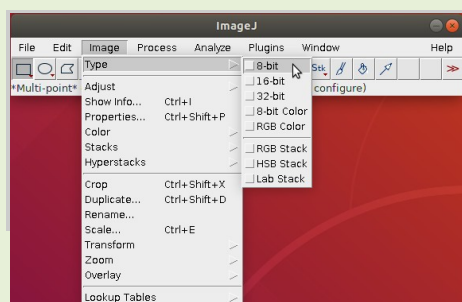
Após abrir uma imagem e ver o histograma completo, clique no botão **Live**, e faça retângulos sobre a imagem e verifique como cada região apresenta seu próprio histograma.

Veja como os valores máximo e mínimo se alteram, média e desvio padrão. Todos esses valores são referentes apenas aquela área que você selecionou. Procure comparar os histogramas locais com o histograma total. Observe a imagem (mais clara, mais escura, com muito branco ou muito preto) e veja como a sua percepção visual é representada no histograma.

Figura 7: Histograma de uma região utilizando a função LIVE: note que os valores máximo e mínimo se alteram, bem como a média e outros parâmetros.

6. AJUSTE DE BITS

A imagem que apresentamos estava codificada em 16 bits (65 536 tons de cinza diferentes). Porém só se utilizam normalmente 12 bits em imagens radiográficas ($2^{16} = 4\ 096$ tons), que é o padrão DICOM. Por isso o valor máximo do histograma é 4 095 (lembre-se que se começa a contar em 0 = preto). Porém, muitas vezes é comum baixarmos a resolução de cores para 256 níveis, pois o olho humano não percebe todos os 4 mil tons e a manipulação da imagem fica facilitada.



Escolha novamente a janela da imagem. Na barra principal do **ImageJ** escolha a opção **IMAGE** → **Type** → **8-Bit**. Para fins de análise matemática das imagens, trabalhar com imagens de 8 bits (0 a 255 tons de cinza) é mais conveniente e no geral, não há perda visual perceptível por causa disso.

Figura 8: Como acessar a função de ajuste da resolução.

Escolha a janela da imagem e chame a função Histograma novamente. Compare os valores entre os dois histogramas. Veja os valores de média e máximo como se alteraram numericamente, mas o gráfico se mantém com a mesma forma. A largura dos Bins também se altera.

7. AJUSTE DE HISTOGRAMAS

Uma das ferramentas para melhorar a qualidade de uma imagem, ou seja, melhorar seu contraste e a melhor identificação das anatomias e patologias, é a **equalização** e a **normalização** do histograma.

Equalização: Consiste em uma transformação não-linear que considera a distribuição acumulativa da imagem original, para gerar uma imagem resultante, cujo histograma será aproximadamente uniforme (com menos picos ou concentrações). Segue o princípio que o contraste de uma imagem seria otimizado se todos os 256 possíveis níveis (ou 4096) de intensidade/cinza fossem igualmente utilizados, ou seja, todas as barras verticais que compõem o histograma fossem da mesma altura. Na prática essa uniformização/distribuição é difícil de ocorrer, mas a ferramenta cumpre seu papel na maioria dos casos, melhorando o contraste da imagem e muitas vezes revelando detalhes escondidos.

A equação de equalização é a seguinte:

$$P(n) = \text{arredonda} \left(\frac{L-1}{\text{total}} \sum_{c=0}^n H(c) \right)$$

Descrevendo: O novo valor do pixel **P(n)** é o valor arredondado da soma de todos os pixels **H(c)** que tem os valores do nível de cinza **0** até aquele valor **n**, multiplicado pela distribuição entre os níveis de cinza (**L-1**) e o **total** de pixel da imagem.

Por exemplo: Seja uma imagem de 64 x 64 pixels com 8 níveis de cinza (0 a 7) e variação de altura no histograma de 81 a 1023.

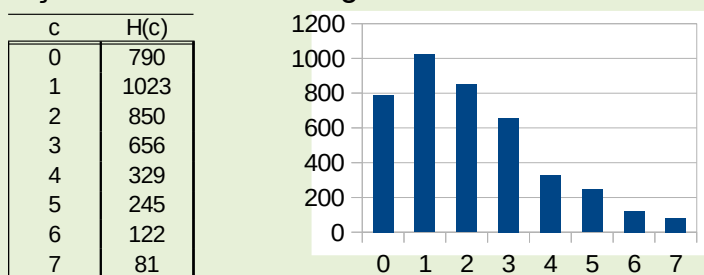


Figura 9: Tabela e gráfico do histograma original.

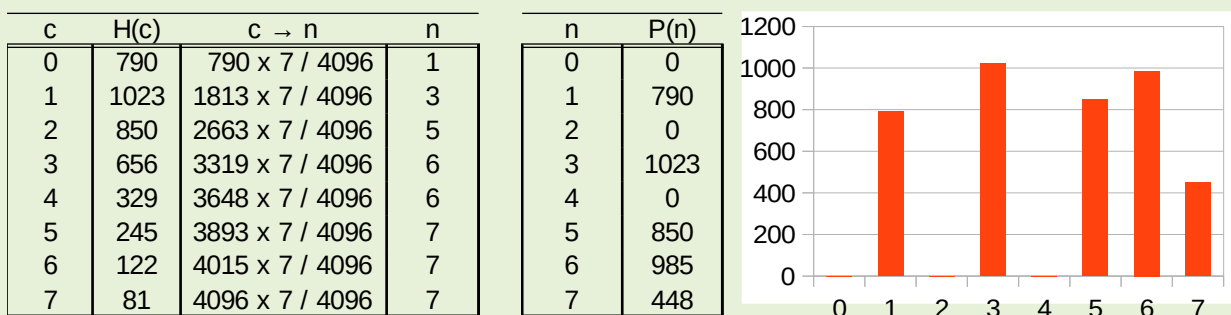


Figura 10: Cálculo do novo histograma, tabela resultante e gráfico do histograma alterado.

Podemos notar que o tom 0 passou a ser o tom 1, o tom 1 passa a ser o tom 3, tom 2 para 5, 3 → 6, 4 → 6, 5 → 7, 6 → 7, 7 → 7. Houve portanto uma alteração no número de tons e na quantidade de pixels com esses tons. E o novo histograma possui todas as barras mais próximas entre si na altura: variação de 448 a 1023 (antes era 81 a 1023).

Normalização/Expansão: quando um histograma não ocupa toda a faixa possível (de 0 a 255) de tons de cinza, p.ex., de 23 a 198, então se pode expandir o histograma de forma que toda a faixa seja ocupada. Ou seja, se a imagem apresenta só tons escuros, de 10 a 90 por exemplo, podemos fazer que a escala passe a ser de 0 a 255. Assim, o contraste é reduzido, mas detalhes que estavam “escondidos” aos nossos olhos podem aparecer com a distribuição dos *pixels* em mais níveis de cinza.

A equação de equalização é a seguinte:

$$P(n) = \text{arredonda} \left(\frac{n - MIN}{MAX - MIN} (L - 1) \right)$$

Descrevendo: O novo valor do *pixel* $P(n)$ é o valor arredondado da proporção que este tom de cinza n tem em relação a **faixa atual** de níveis de cinza, multiplicado pela faixa total dos níveis de cinza ($L-1$).

Obs.: Se a faixa total já for utilizada – há pixels contados no tom 0 e no tom 255 - não há o que expandir.

Por exemplo: Seja uma imagem de 64 x 64 pixels com 8 níveis de cinza (0 a 7), mas que só tem *pixels* entre 1 e 4.

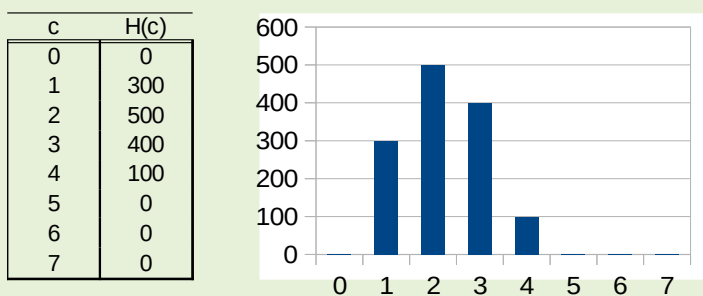


Figura 11: Tabela e gráfico do histograma original.

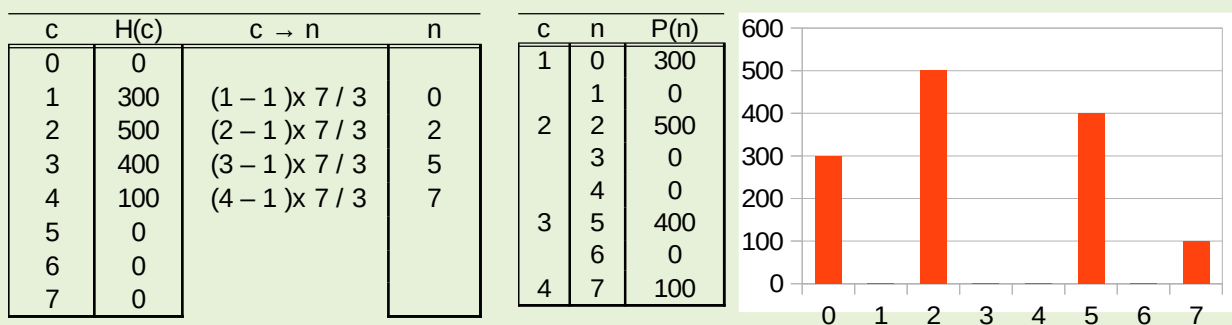
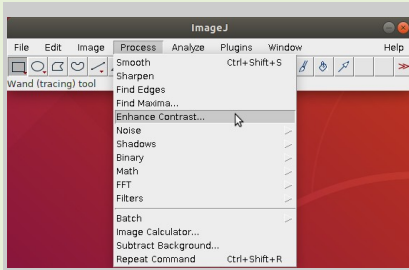


Figura 12: Cálculo do novo histograma, tabela e gráfico do histograma alterado.

Podemos notar que os *pixels* que estavam no tom 1 passaram para o tom 0, os *pixels* do tom 2 ficaram coincidentemente no mesmo lugar, os *pixels* do tom 3 foram para o tom 5, e do tom 4 para 7. Houve portanto uma distribuição dos *pixels* por todos os tons disponíveis. E o novo histograma ocupa toda a faixa de tons, de 0 a 7. Isto faz com que os 4 tons que são consecutivos, e por isso difícil de ser percebido pelos nossos olhos, fiquem mais afastados e por isso mais fácil de serem visualizados.

No programa **ImageJ**, estas duas ferramentas se encontram na mesma função/menu na barra principal → PROCESS.



Vamos aplicar a equalização e comparar com a imagem original. Escolha a janela da imagem. Aperte simultaneamente CTRL + SHIFT + D, para duplicar a imagem. De um novo nome a imagem: p.ex. “Equalizada1”.

Escolha a janela da imagem “Equalizada1”. Na janela **ImageJ** escolha a opção PROCESS → *Enhance Contrast*.

Figura 13: Como acessar a função de ajuste do Histograma.

Na janela de melhoria de contraste aparecem algumas opções:

Saturated Pixels (*pixels saturados*): Determina o número de pixels na imagem que podem ficar saturados. Aumentar esse valor aumentará o contraste. Esse valor deve ser maior que zero para impedir que alguns pixels periféricos façam com que o alongamento do histograma não funcione como pretendido.

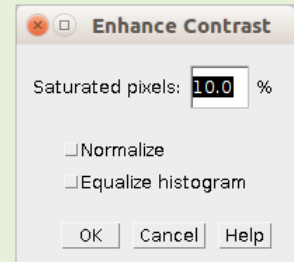


Figura 14: Janela de melhoria do contraste.

Os parâmetros *Saturated Pixels* e *Normalize* são ignorados quando *Equalize Histogram* é escolhido.

Faça testes alterando as opções e comparando as novas imagens com a imagem original. Se precisar, crie várias cópias (“Equalizada2”, “Normalizada3”) e aplique em cada uma delas uma opção de ajuste do histograma. Faça alterações nos valores percentuais e escolha *Normalize*.

Após aplicar os ajustes de histograma, aperte simultaneamente CTRL + H em cada imagem selecionada e compare também os histogramas.

8. REGIÃO DE INTERESSE

Região de Interesse (ROI) é o nome dado a uma região – retangular ou elíptica, ou ainda de forma livre, da qual se retira muitas informações importantes a cerca da imagem naquela região. Essa região serve para se saber se um artefato é uma patologia, qual sua provável densidade, e se a região é homogênea ou heterogênea. Também permite, a partir do formato do ROI, ou seja, do desenho que você fez, saber a área deste ROI, e com isso, a área de um tumor, por exemplo.

Escolha a janela da imagem que quer trabalhar. Na barra principal, escolha a opção ANALYSE → *Tools* → *ROI Manager*. Será aberto uma nova janela, chamada ROI MANAGER, com mais opções sobre o uso e manipulação do ROI. Acompanhe na figura 15 os passos e menus que se abrem.

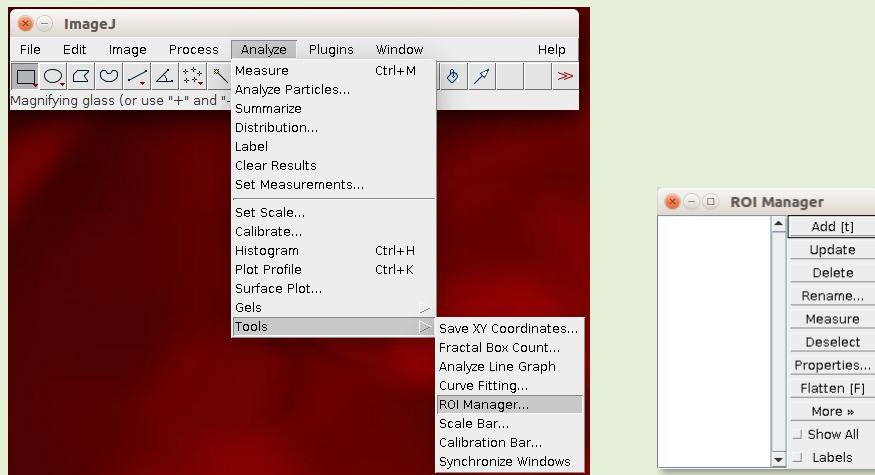


Figura 15: Como abrir o Gerenciador de ROI.

Desenhe um círculo na imagem e clique em **ADD**. Aparecerá na lista um código. Se quiser trocar o nome, clique em cima desse código (para ficar selecionado em azul) e escolha **RENAME** e troque para, por ex., “Coração”.

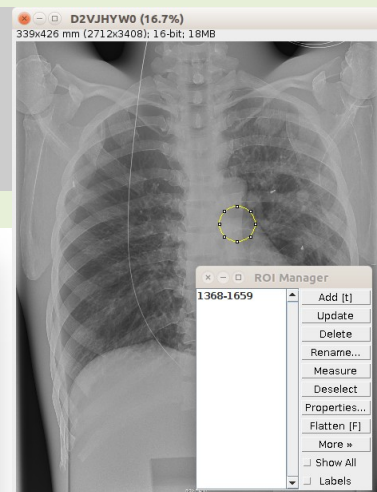


Figura 16: Imagem com uma ROI circular e a janela ROI Manager.

Para alterar o formato da ROI, vá na janela *ROI Manager* escolha a opção **More** → **Specify**. Na janela que se abre, é possível definir a largura (*Width*) e altura (*Height*) da área, bem como sua posição (X,Y) na imagem.



Com a opção *Oval*, você alterna o formato entre quadrado e retângulo e uma elipse e circunferência.

A opção *Constrain*, garante que a área será sempre um quadrado ou círculo (depende da opção *Oval*).

A opção *Centered*, indica que as coordenadas X,Y se referem ao centro da área (e não ao canto superior esquerdo).

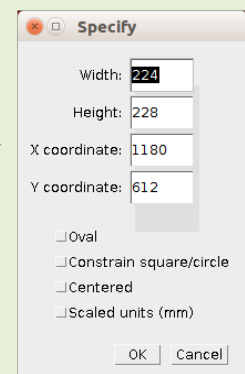


Figura 17: Janela com as opções de ajuste da ROI.

A opção *Scaled units*, indica se os valores anteriores estão em *pixels* ou milímetros (mm).

Outro recurso interessante é o que permite você salvar a(s) ROI(s) para utilizá-la(s) em outras imagens ou outro dia. Isso garante que:

- 1) você não precisará digitar e ajustar tudo de novo, outra vez que utilizar o programa;
- 2) terá a certeza que o mesmo conjunto de ROI's será usado em outra imagem, nos mesmos lugares e com mesmo tamanho, garantido a comparação fidedigna entre várias imagens.

Para realizar esse processo, você tem que escolher uma ou mais ROI's da listagem e depois *More* → *Save ...* De um nome ao arquivo e ... SALVAR.

Para recuperar e utilizar uma ROI ou conjunto pré-gravado, escolha *More* → *Open ...* Escolha o arquivo e ... ABRIR.

Se for salvo várias ROI's ao mesmo tempo, um único arquivo **.zip** será salvo.

O objetivo de se usar o ROI é obter informações de um local específico da anatomia ou da imagem. Então, clique em MEASURE e veja a janela com os resultados de média, máximo, mínimo e tamanho da área. Se você estiver visualizando apenas uma ROI, somente um conjunto de medidas serão apresentadas. Se você optar por SHOW ALL, as medidas de todos as ROI's serão fornecidas. Para saber quais ROI serão medidos, a lista de ROI deve estar selecionada (faixa azul sobre os códigos/nomes).

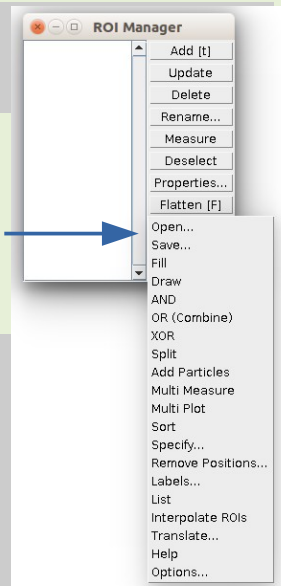


Figura 18: Janela com a opção de Abrir e Salvar.

	Area	Mean	StdDev	Min	Max
1	874.625	2245.840	289.078	1328	2770

Figura 19: Janela com os resultados das Medidas de um ROI.

O **ImageJ** aproveita a mesma janela *Results* para apresentar os resultados de diferentes medidas que você faça. Assim, se você tiver uma única ROI e pedir para medir três vezes, aparecerão na janela três conjuntos de medidas (numeradas 1, 2, 3). Se você achar confuso, pode usar a opção *Results* → *Clear* para limpar a janela e começar de novo as medidas.

Às vezes o **ImageJ** não apresenta o desvio padrão em suas medidas. Nesta mesma janela de resultados, escolha *RESULTS* → *Set Measurements*. E clique em *Standard deviation* e depois OK. Clique novamente na opção MEASURE e veja o novo resultado.

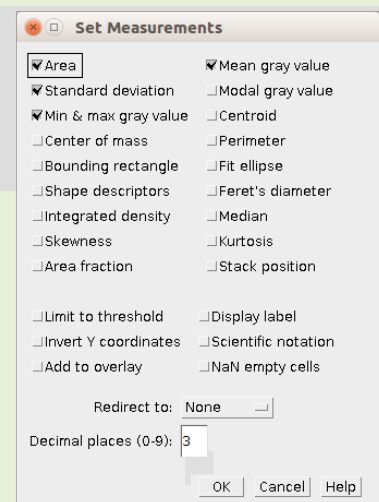


Figura 20: Janela com as opções de medidas do ROI.

Faça várias áreas de ROI na imagem e clique em SHOW ALL para ver todas as informações das ROI ao mesmo tempo. Utilizando o histograma e a ROI, verifique como muda cada região da imagem quando você Equaliza ou Expande o histograma.

9. AJUSTANDO A JANELA DE TONS

Janelamento é o nome dado para a conversão entre os valores medidos para tons de cinza em imagens de tomografia computadorizada e ressonância magnética. É utilizada para tornar mais eficiente a reprodução e visualização da imagem nos monitores uma vez que o próprio olho humano não consegue distinguir mais dos que uns 30 tons diferentes de uma mesma cor. Esse conceito também foi levado para imagens e fotografias comuns.

Janelamento consiste em transformar os valores que você tem na imagem (que podem ser tons/cores ou mesmo medidas da TC e RM) em uma nova escala, onde apenas parte dos valores/cores/tons são mostradas na escala de 0-255 ou 0-4096, por exemplo. A transformação se dá numa faixa de tons/cores/valores que se quer destacar e visualizar, suprimindo os demais valores que estão na extremidade inferior e superior. Vejamos o exemplo da tomografia computadorizada, onde os valores medidos de atenuação pelos detectores, chamados de Unidades de Hounsfield, são convertidos em tons de cinza para exibição no monitor.

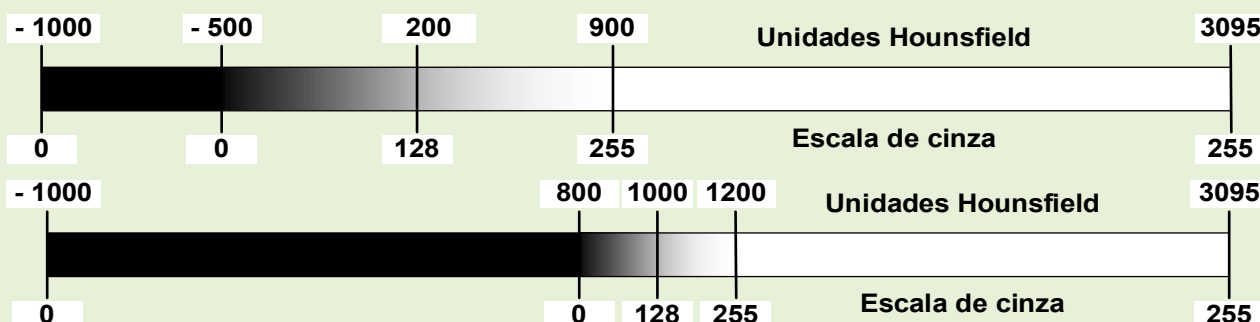


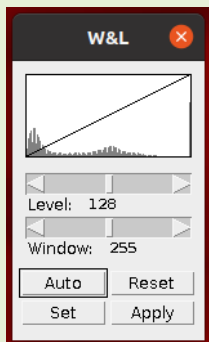
Figura 21: Conversão de unidades de hounsfield em escala de cinza pelo método de janelamento.

Os valores da TC podem variar de -1 000 a 3095. Contudo não podemos visualizar ou distinguir todos esses 4096 tons na tela do monitor, e muitas anatomias serão visualizadas como sendo homogêneas no tom, apesar de terem várias unidades de Hounsfield diferentes. Com o janelamento, pode-se então escolher apenas uma faixa de valores que será visualizada com detalhes, enquanto que os valores fora dessa faixa serão apresentados pretos (extremidade inferior) ou brancos (extremidade superior).

E para ocorrer essa transformação de escala, são utilizadas duas variáveis: **centro** ou nível, e **largura**. Largura da janela é a quantidade de valores originais que serão convertidos nos 256 ou 4096 tons ou cores. Centro ou nível é o valor médio/central do valor original que receberá será o meio dessa nova escala.

No exemplo acima, temos no primeiro janelamento → largura 1600 (900 - -500) e centro em 200 (o que dá 700 unidades de Hounsfield para cada lado). No segundo janelamento → largura 400 (1200 - 800) e centro em 1000 (resulta em 200 unidades de Hounsfield para cada lado).

Escolha a janela da imagem. Na barra principal, escolha a opção IMAGE → Adjust → Window/Level. (figura 22)



Uma nova janela com os controles para ajuste do centro (Level) e largura (Window) da janela aparecerão (figura 23), bem como um pequeno histograma da imagem para facilitar o entendimento do que se está ajustando. A reta indica como é feita a conversão.

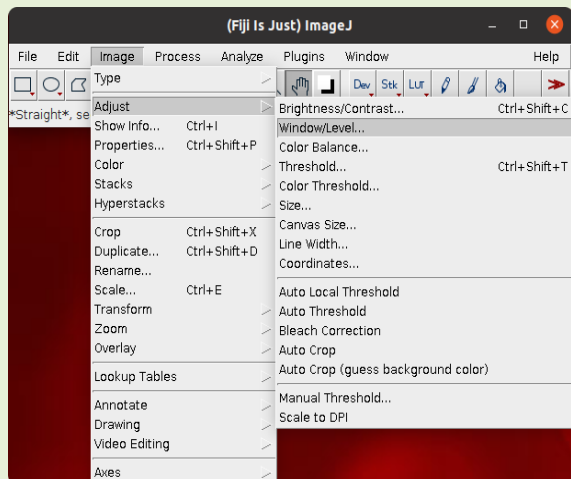


Figura 22: Menu de acesso a função de janelamento.

Figura 23: Janela com os controles de janelamento.

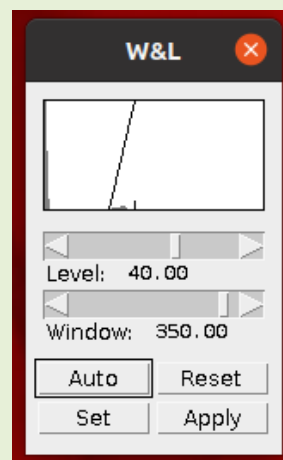


Figura 24: Ajustando a janela (reta) para destaque da região central do histograma.

10. COMO MEDIR ÁREAS E DISTÂNCIAS

Para medir áreas, distâncias e ângulos, primeiro selecione a ferramenta específica na barra principal (quadrado, círculo, distância, ângulo...). Na figura 25, canto superior esquerdo acima da palavra **ferramentas**. Depois faça o desenho do ROI na imagem (exemplo em amarelo na região dental). Por fim, escolha *Analyze* → *Measure* ou aperte simultaneamente CTRL + M. Uma janela com os resultados aparecerá. Dependendo da forma desenhada ou ferramenta, a tabela apresentará o comprimento (*Length*), ângulo (*Angle*), e área, além dos valores médios, máximo e mínimo dos *pixels* da geometria.

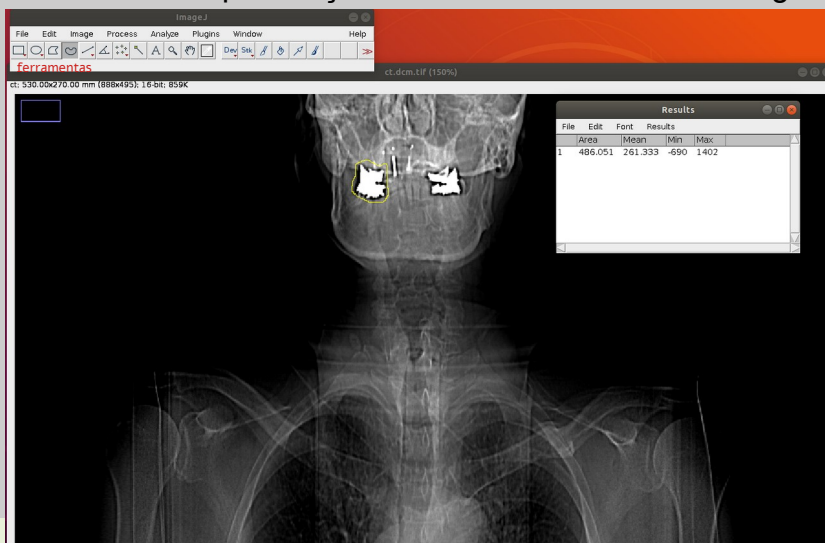


Figura 25: Área desenhada a mão livre (em amarelo) e janela com as medidas.