

PGF5312 – 2 FUNDAMENTOS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS MÉDICAS

Aula 17 – Ajuste do contraste

Paulo R. Costa

Grupo de Dosimetria das Radiações
e Física Médica

Instituto de Física - USP



O que veremos hoje

- Ajustes de contraste
- Percepção visual humana
- Histogramas
- Ajuste manual do contraste
- *Lookup table*
- Ajustes de nível e janela
- Funções de mapeamento
- Ajustes automáticos de contraste
- Equalização de histograma
- Ajustes de monitores

Ajustes de contraste

- Imagens médicas
 - Sinais com suficiente resolução
 - espacial
 - de intensidades
 - temporal (em imagens dinâmicas)
 - Analógicas (filmes radiográficos)
 - Ajuste de contraste com nova exposição
 - Digitais
 - Ajuste de contraste eletrônico
 - Apresentação das estruturas para melhorar a interpretação

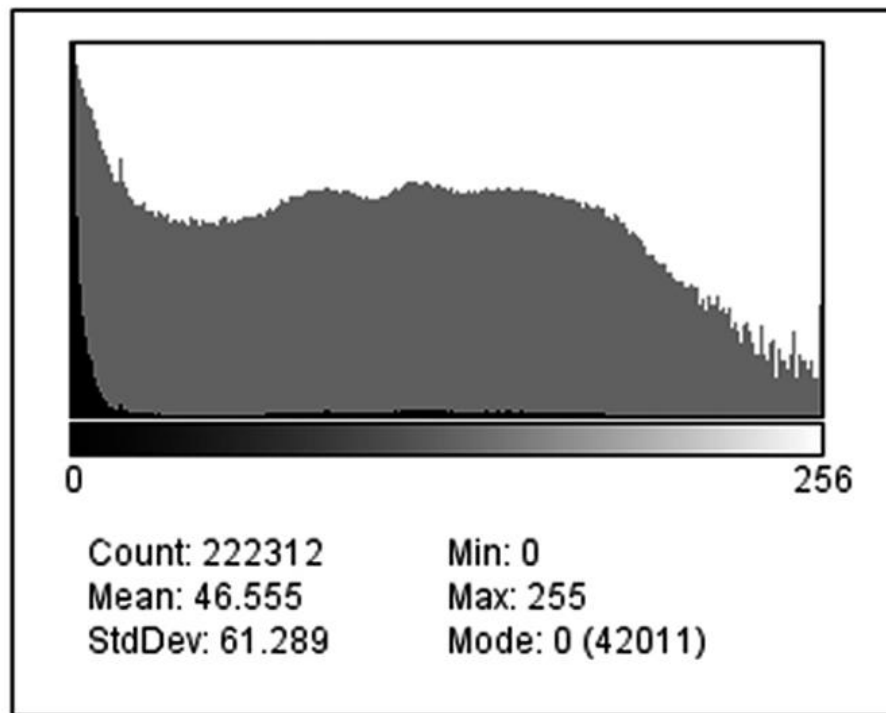
Ajustes de contraste

- Operação puntual
 - Não afeta os pixels vizinhos
 - Tamanho ou geometria da imagem ficam inalteradas
- Operação de mapeamento
 - As intensidades ou cores dos pixels são remapeadas para uma nova faixa de intensidades ou cores

Percepção visual humana

- Capacidade de adaptação a diferentes intensidades de luz
 - Variação em 10 ordens de grandeza
- Uma vez adaptado o sistema visual
 - Percepção de 4 ordens de grandeza entre branco e preto (1-10000)
 - Percepção de somente 24-30 diferenças em brilhos em uma mesma imagem
 - Adaptações locais rápidas

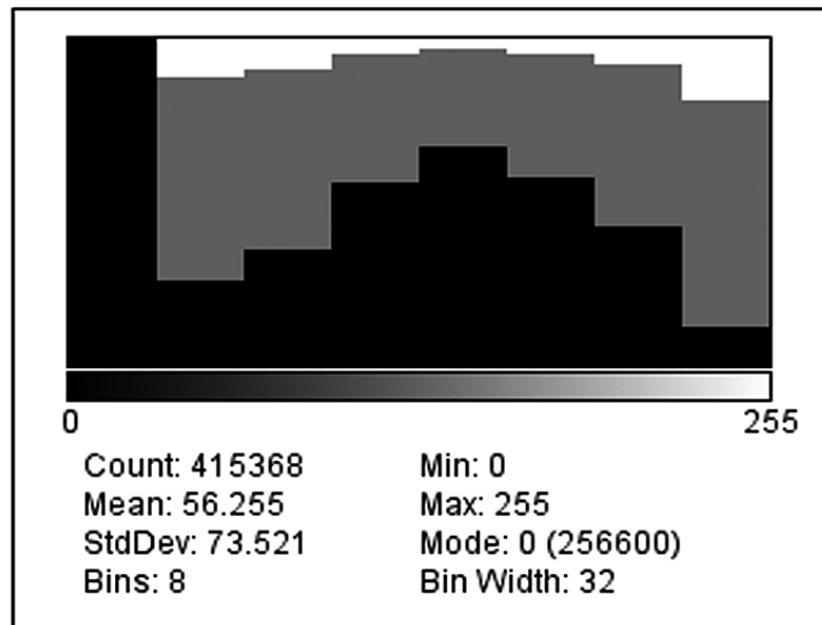
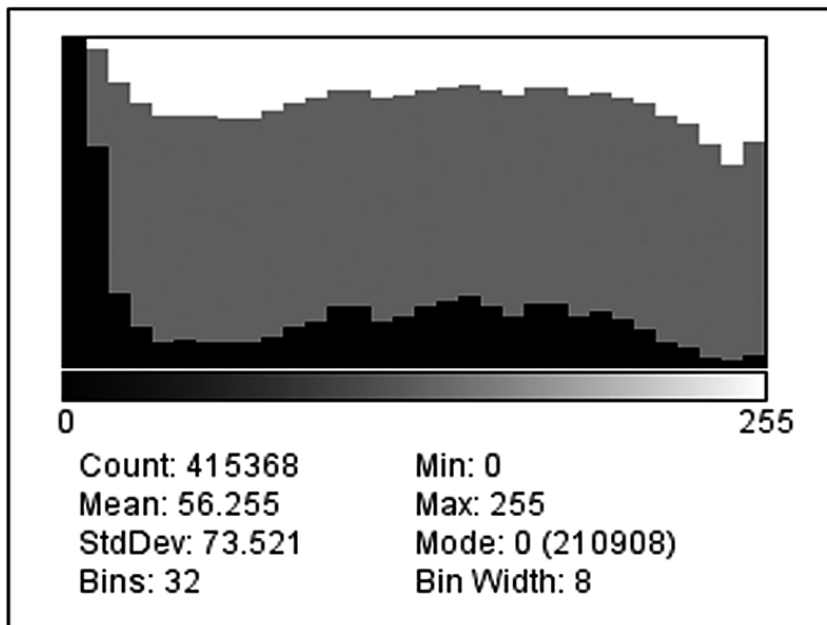
Histogramas



List Copy Log

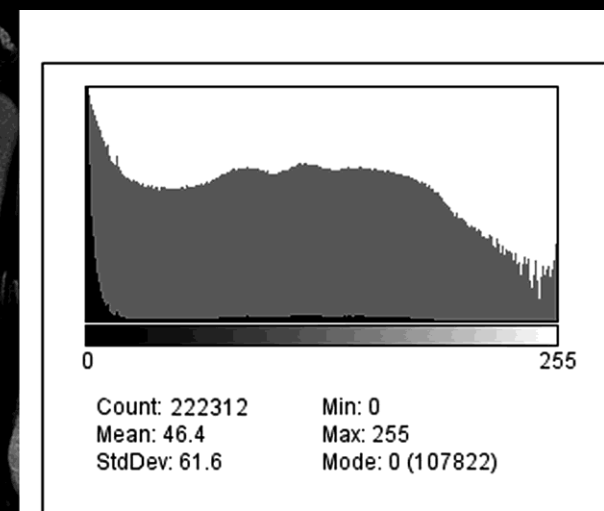
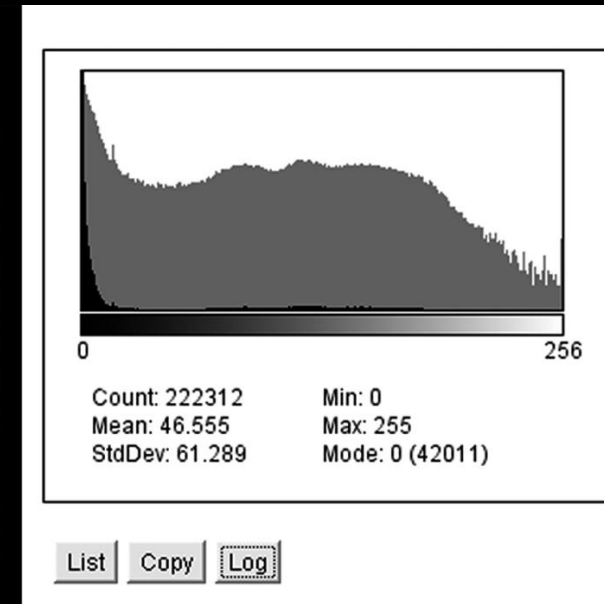
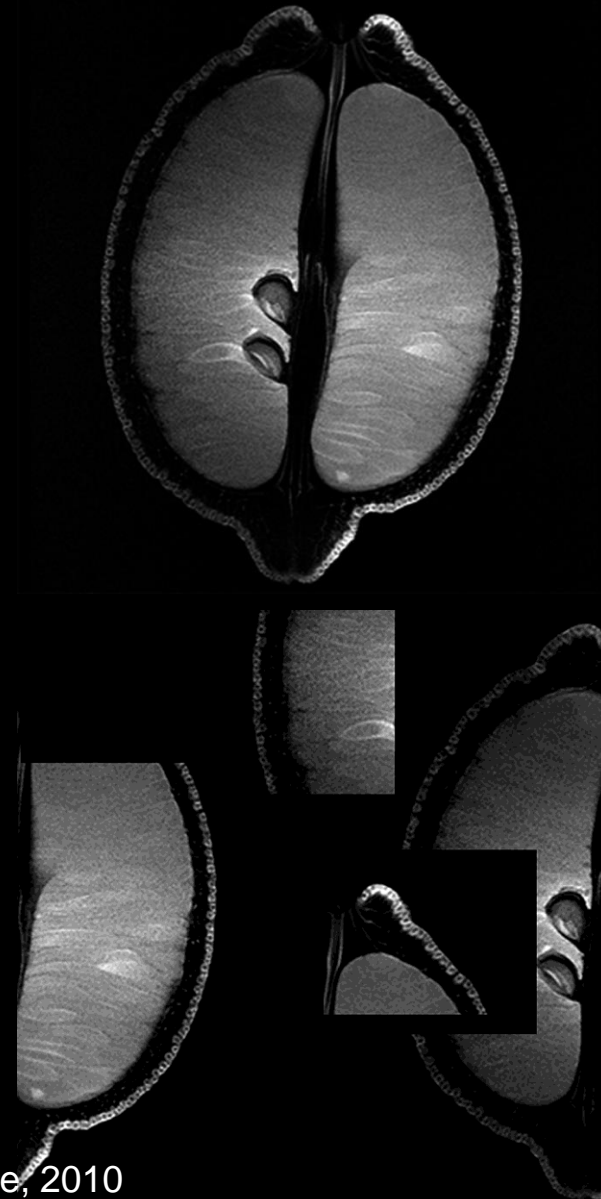
Histogramas

- Histograma agrupado (*binned*)

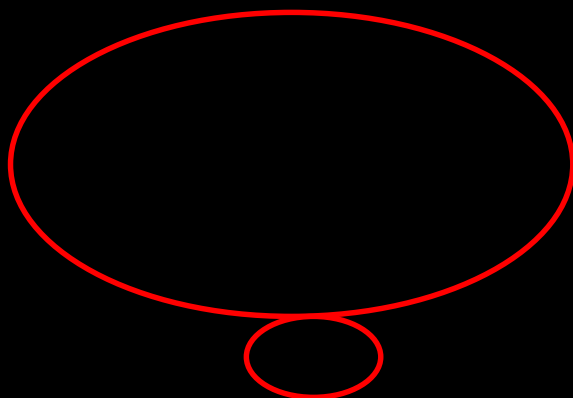
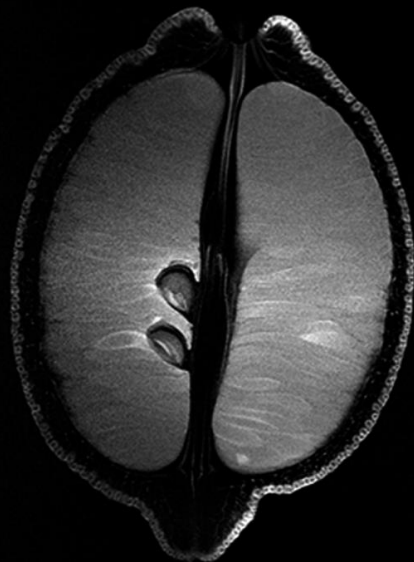


Histogramas

Não há retenção de informações sobre a distribuição espacial dos pixels

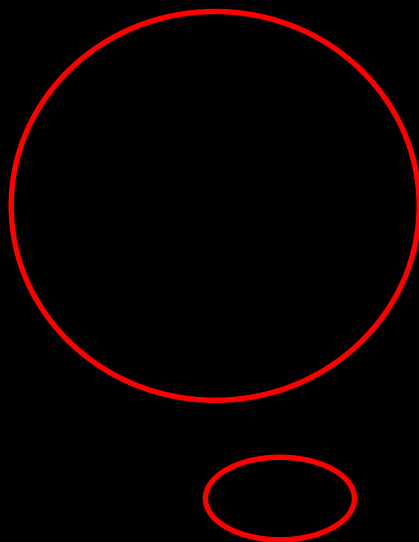


Ajuste manual do contraste



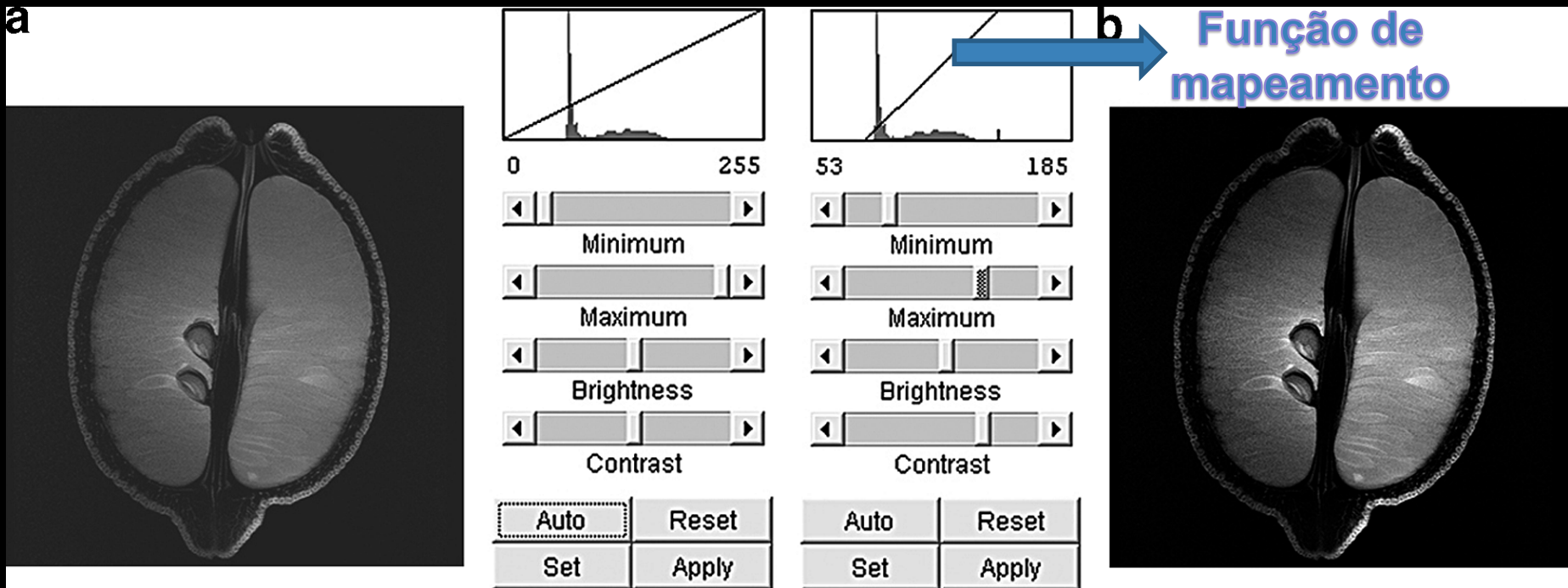
Faixa dinâmica

Perfil semelhante



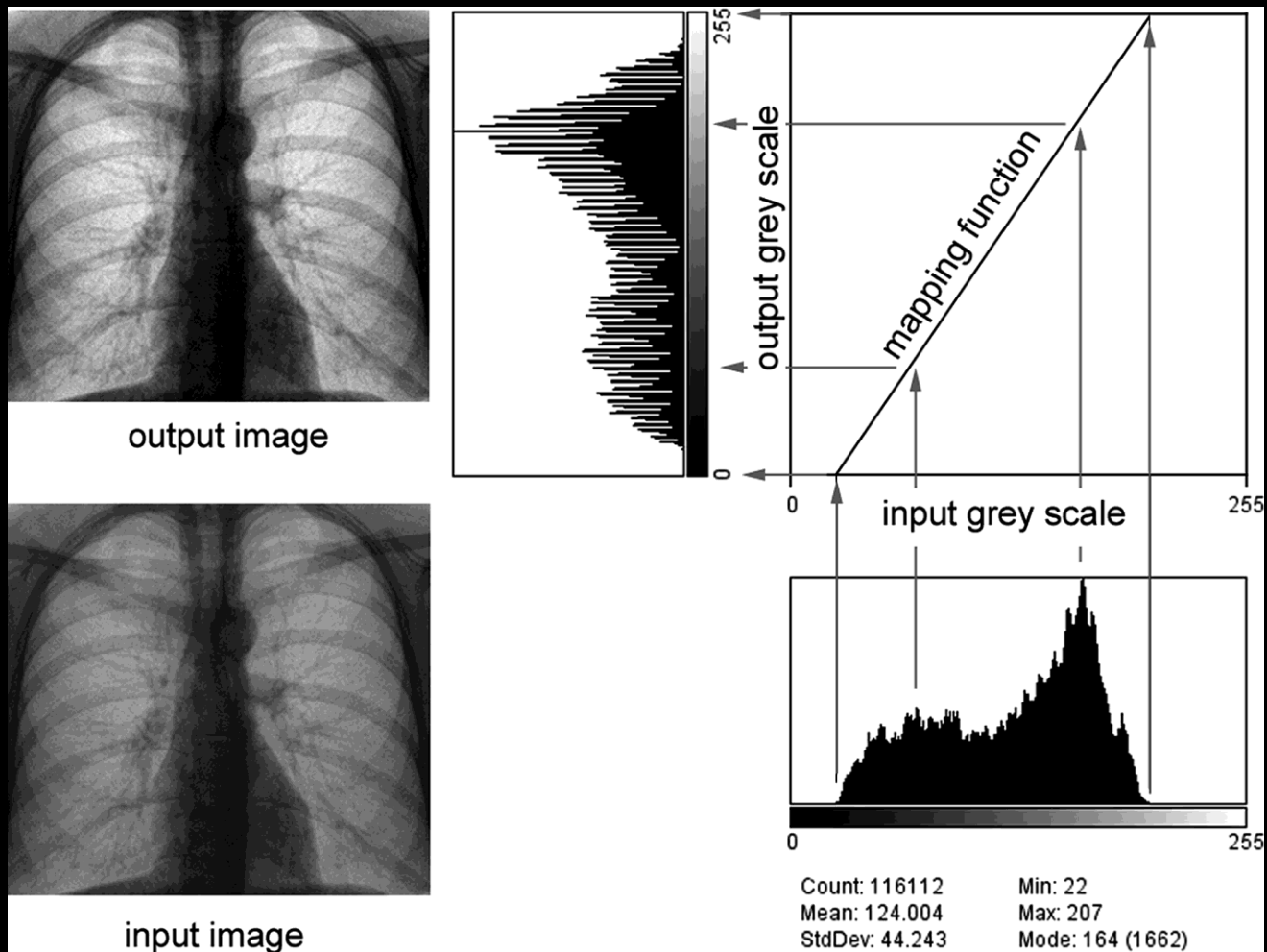
Ajuste manual do contraste

Se o perfil do histograma não se modifica a informação associada ao contraste está preservada e pode ser recuperada expandindo-se a faixa dinâmica

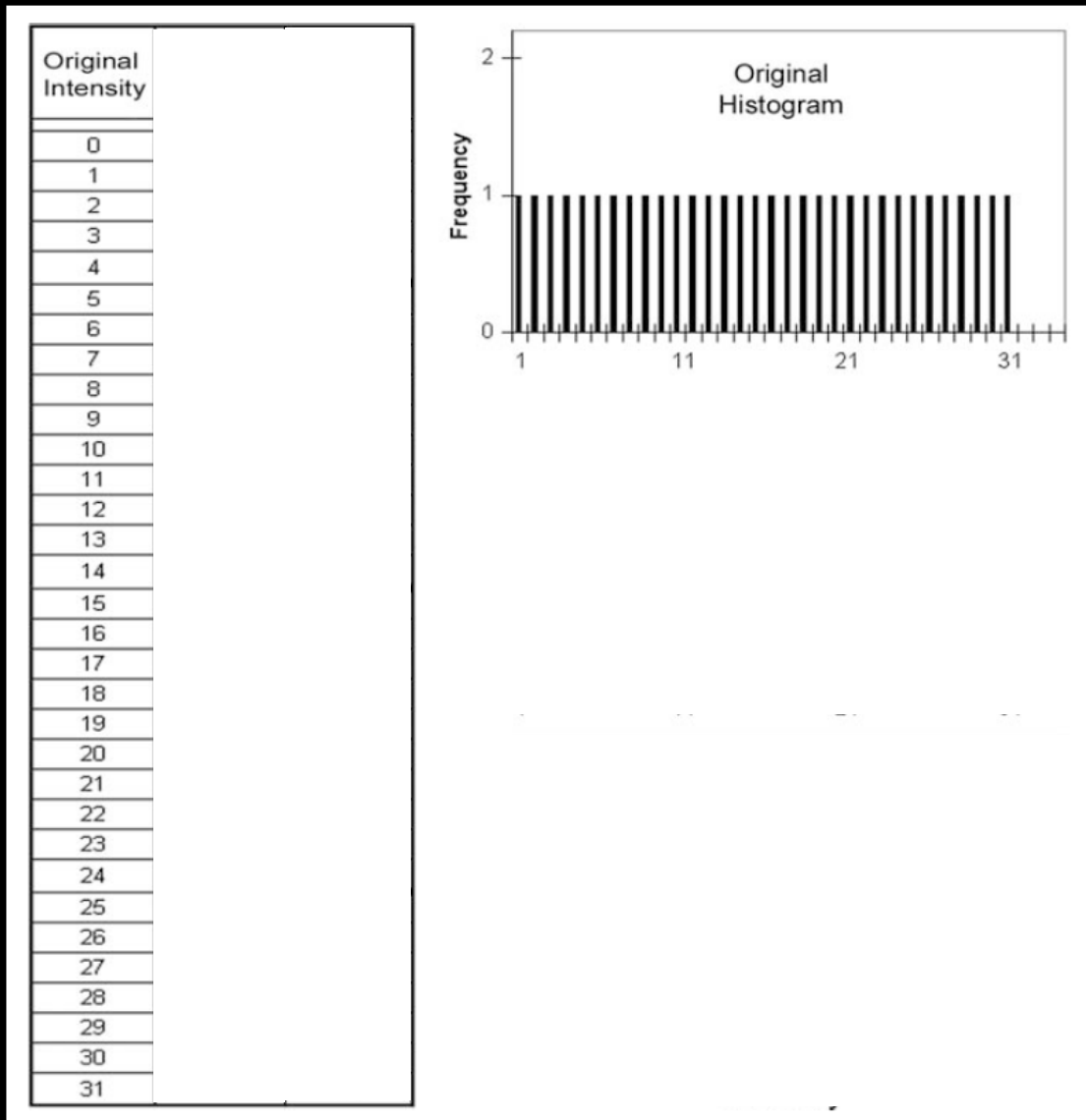


Ajuste manual do contraste

Saturação com função de mapeamento linear



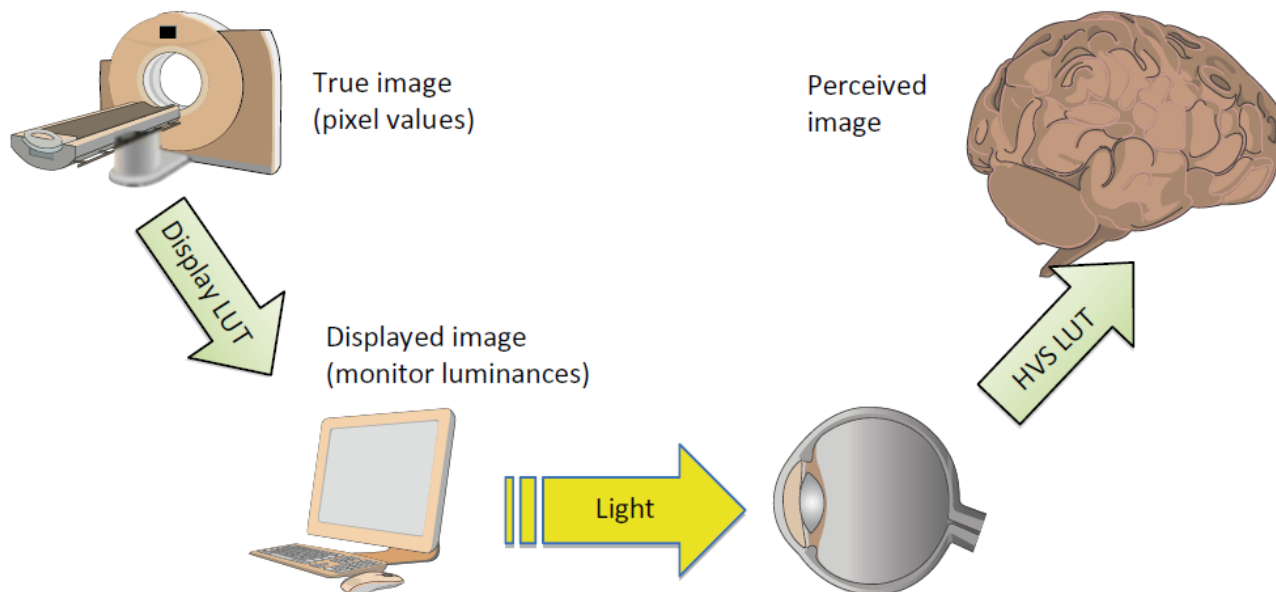
Ajuste manual do contraste



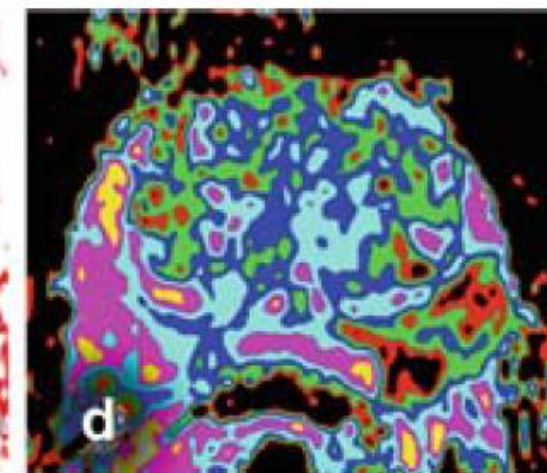
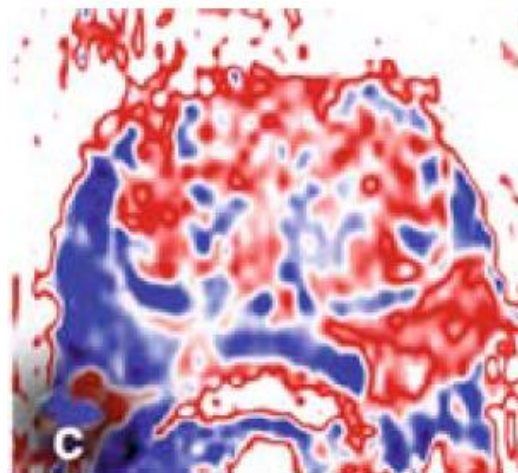
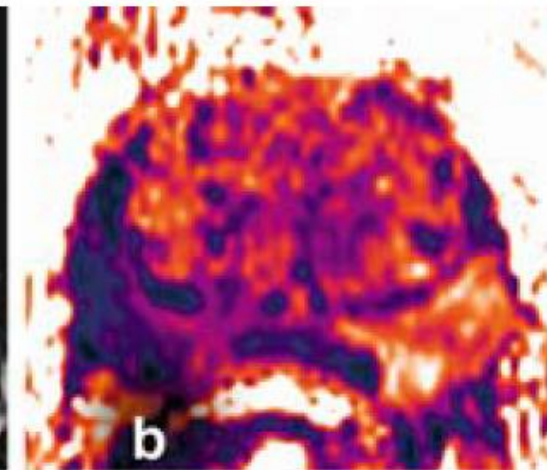
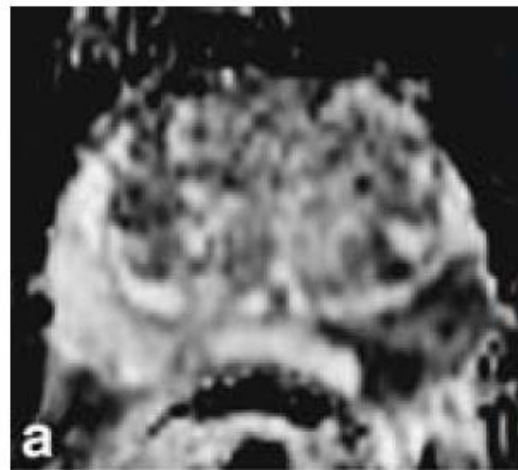
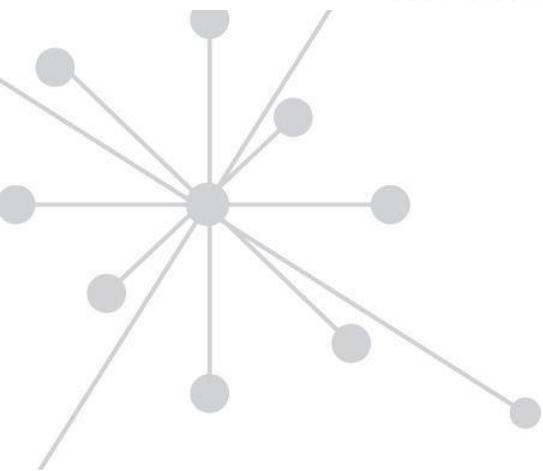
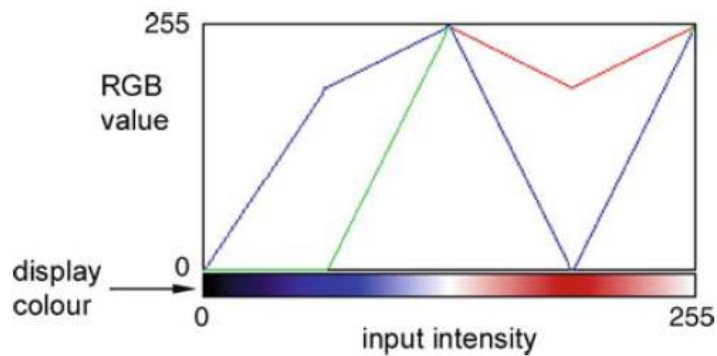
Lookup Table (LUT)

Mapa de dados correlacionando as intensidades de pixel armazenadas e as que devem ser apresentadas no monitor

Permitem a redução do tamanho dos arquivos de armazenamento



Lookup Table (LUT)



Ajuste manual do contraste

- Então qual a diferença entre a função de mapeamento e a LUT?

Função de mapeamento:

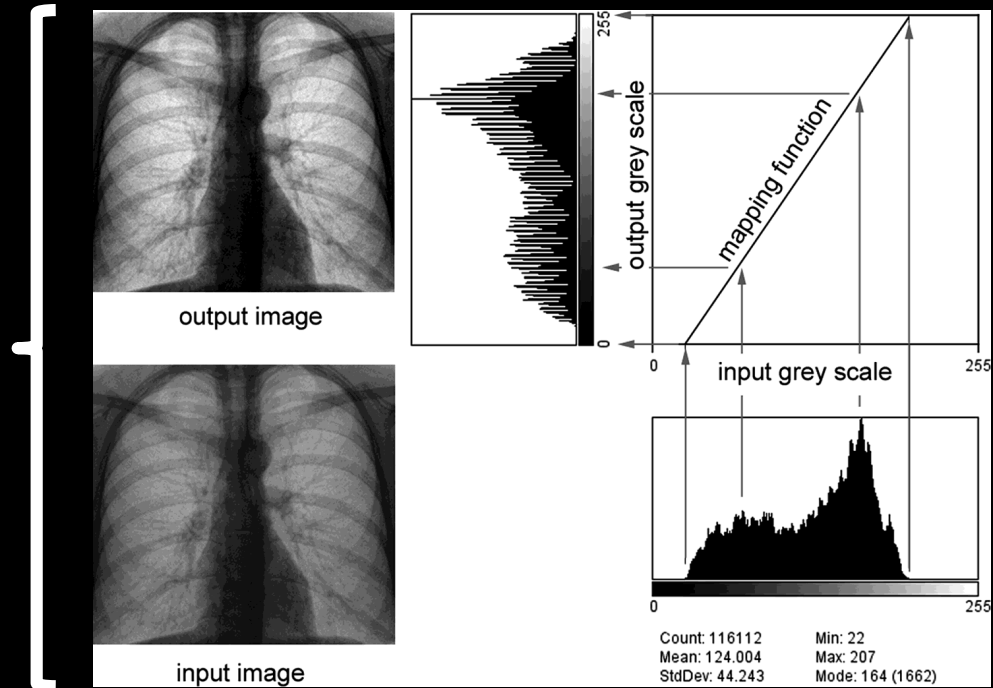
→ Alteração permanente nos dados de intensidade da matriz de pixels e/ou do arquivo da imagem

LUT:

→ Tabela que descreve como os dados da imagem são apresentados, não alterando os dados originais de intensidade da imagem

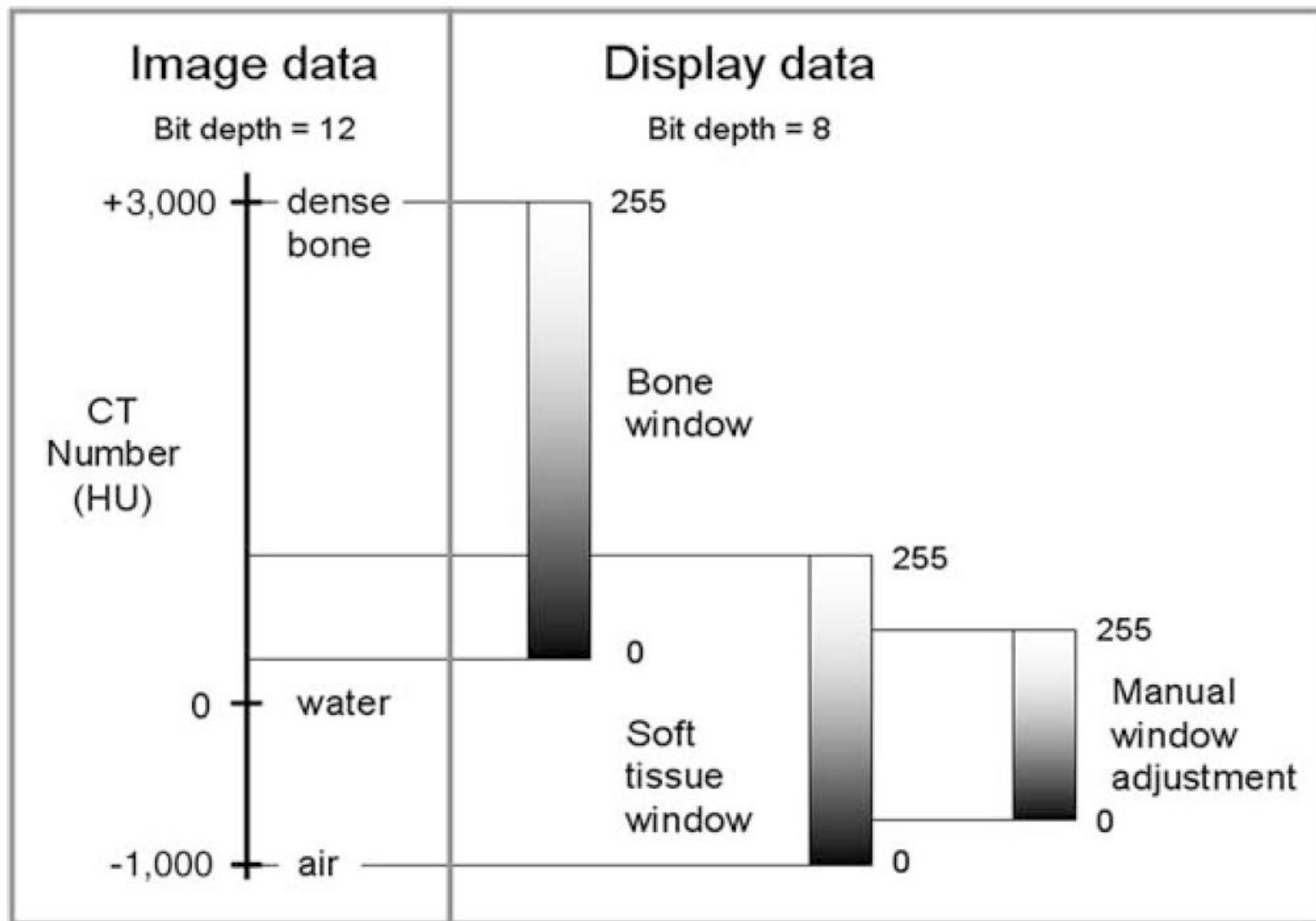
Ajuste manual do contraste

A expansão do histograma para toda a faixa dinâmica melhora mas não otimiza a visualização das estruturas na imagem

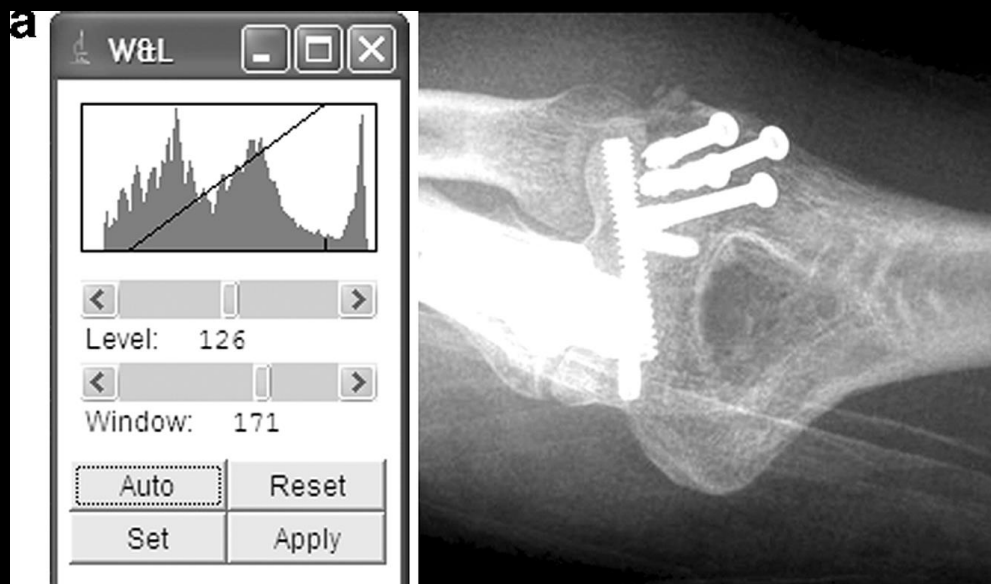


A otimização do contraste para visualizar alguma estrutura anatômica específica deve ser feita durante a observação da imagem, e não com o histograma

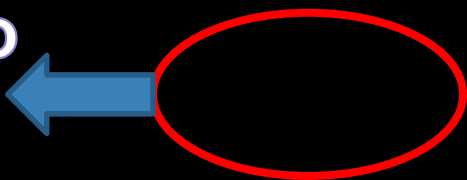
Ajustes de nível e janela



Ajustes de nível e janela



Saturação
no preto



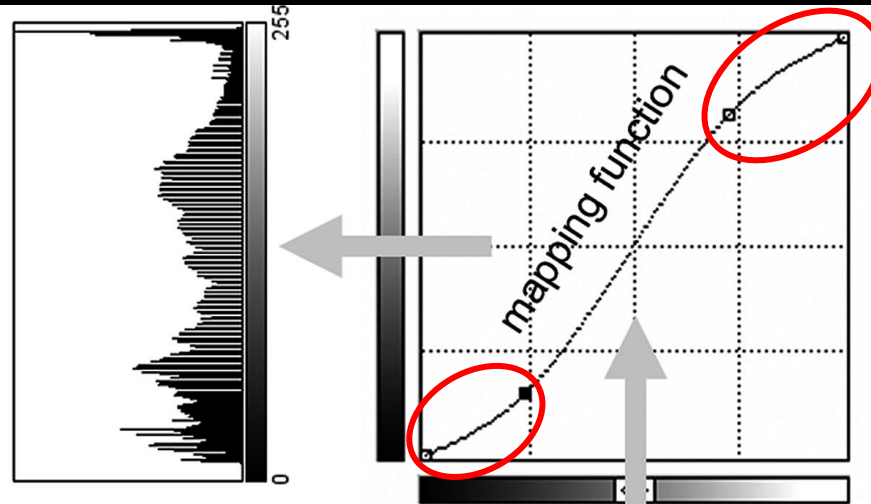
Funções de mapeamento não-lineares



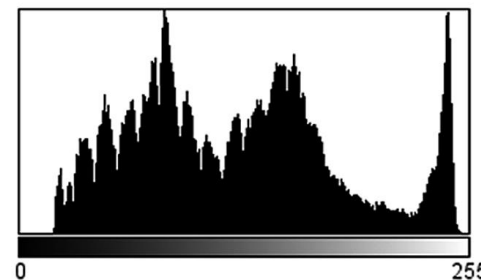
output image



input image



Evita a saturação

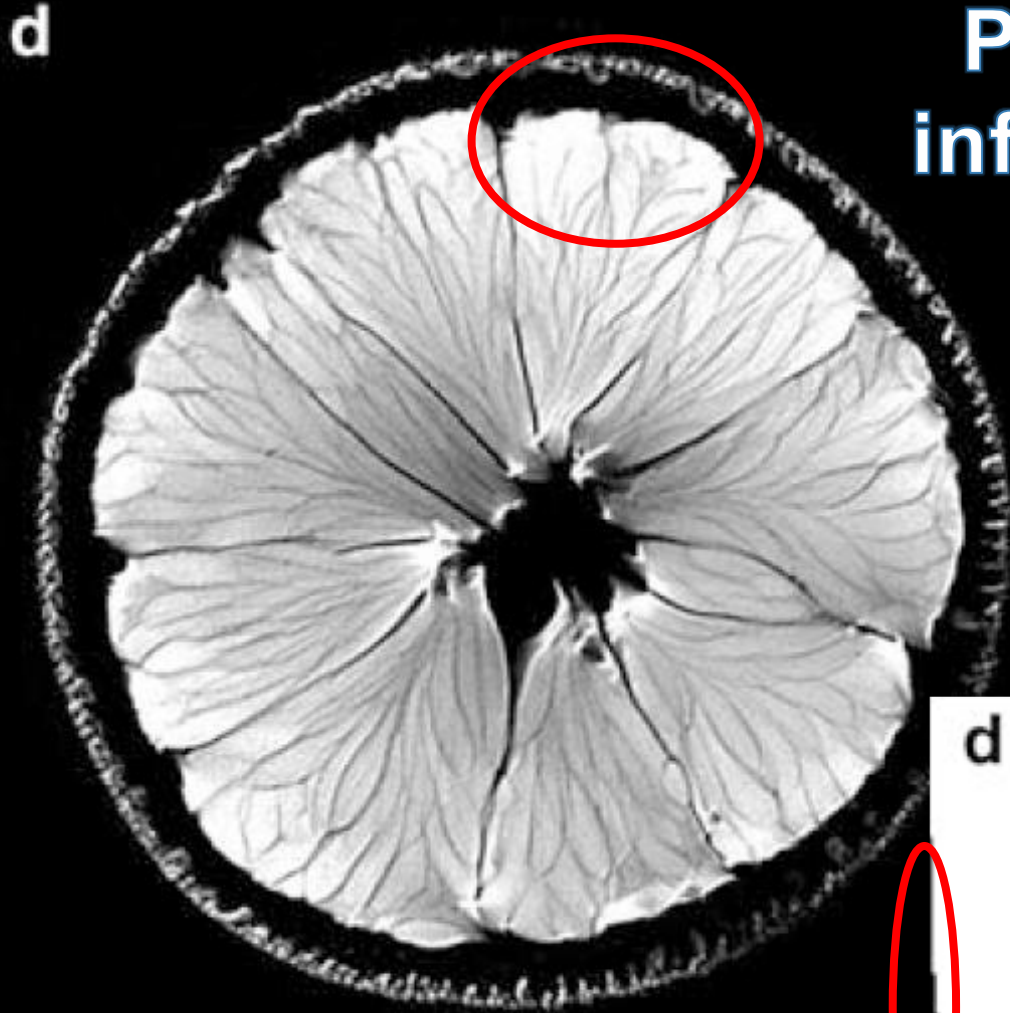


Count: 125316
Mean: 123.375
StdDev: 59.704
Min: 16
Max: 253
Mode: 82 (1311)

Ajustes automáticos: normalização



Mapeamento linear para uso de toda a faixa dinâmica disponível

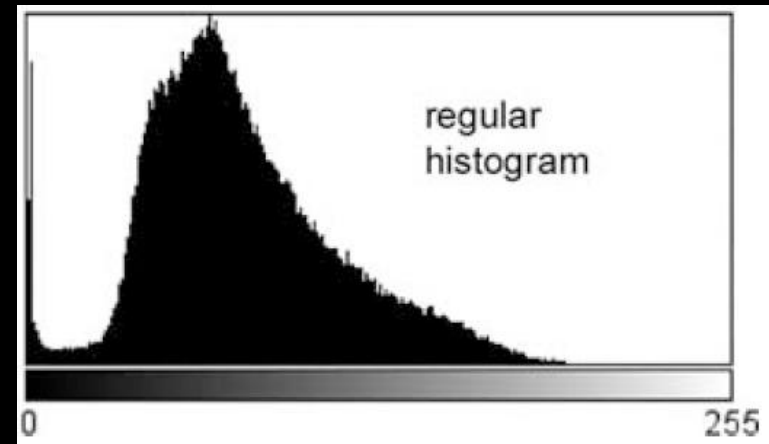
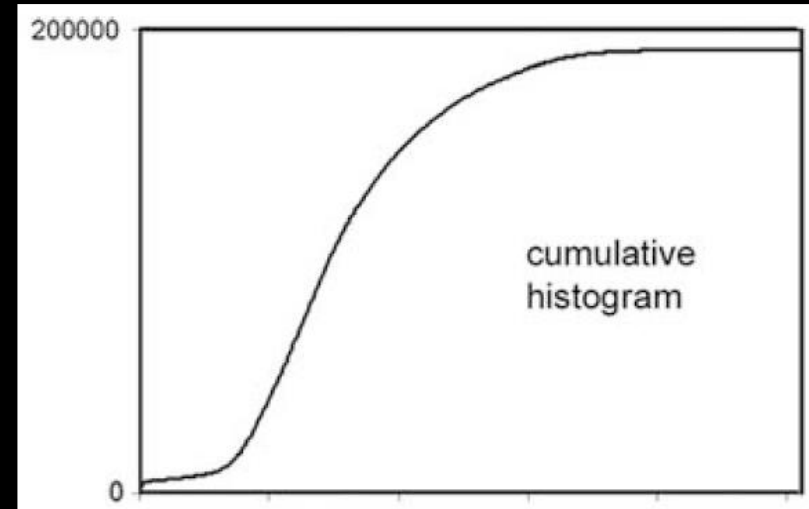
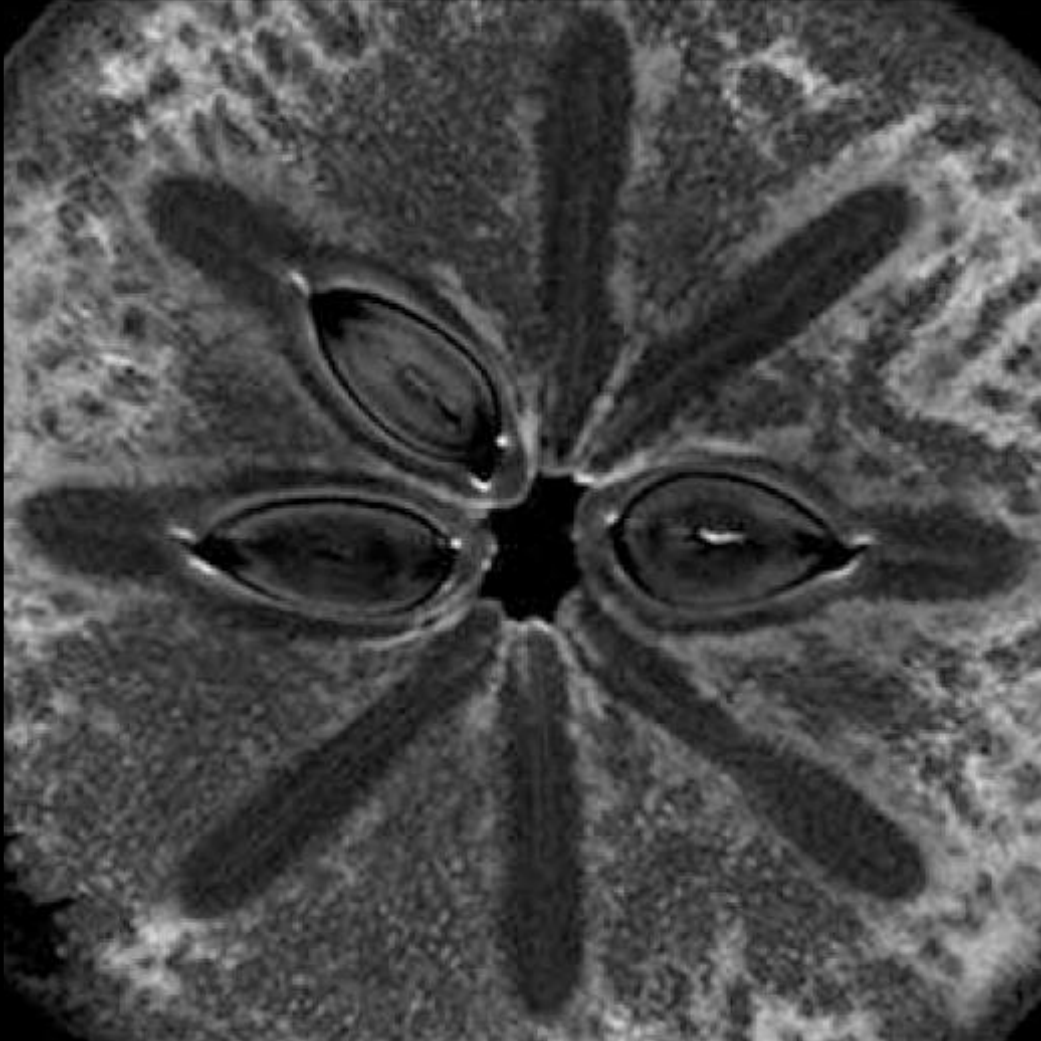


Perda de informação

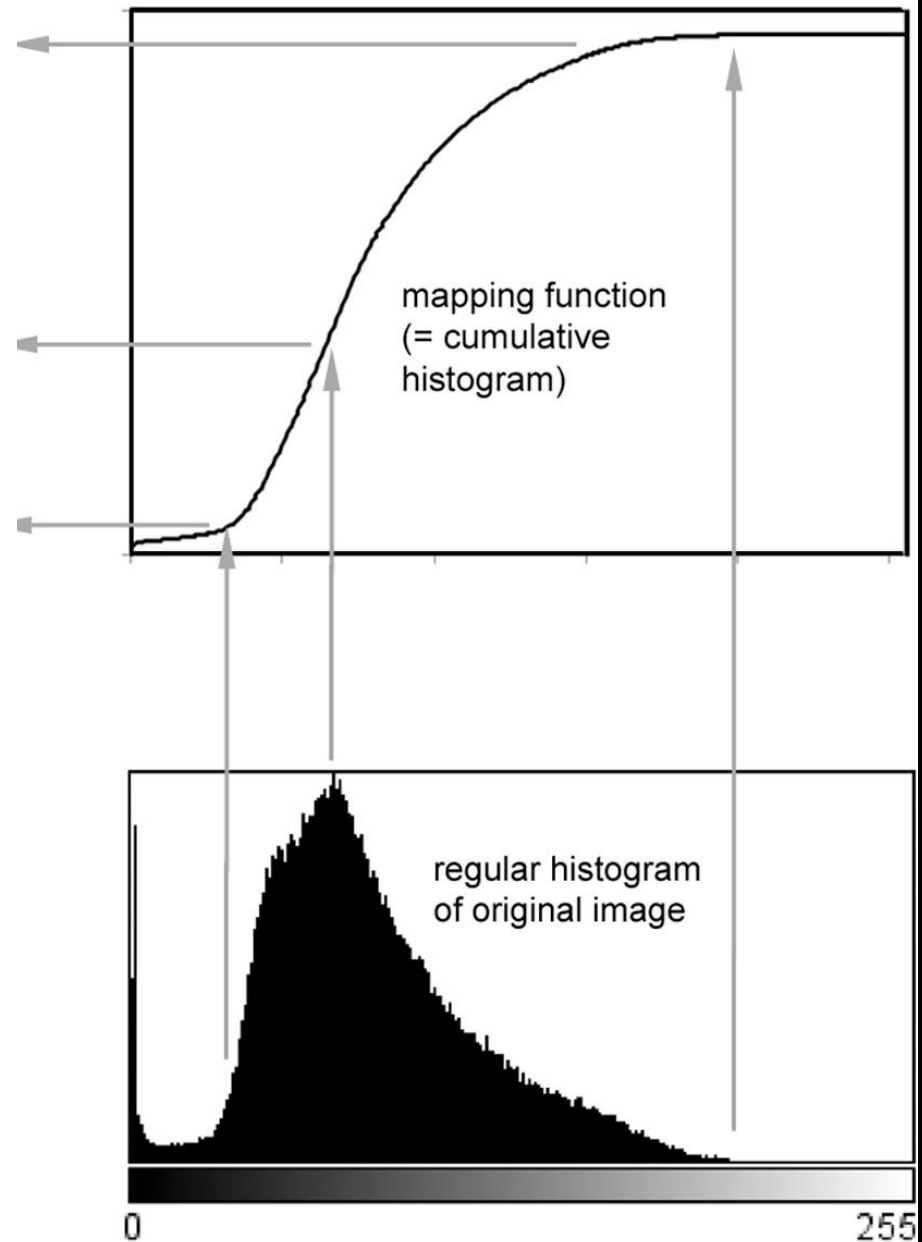
82% dos pixels em saturação



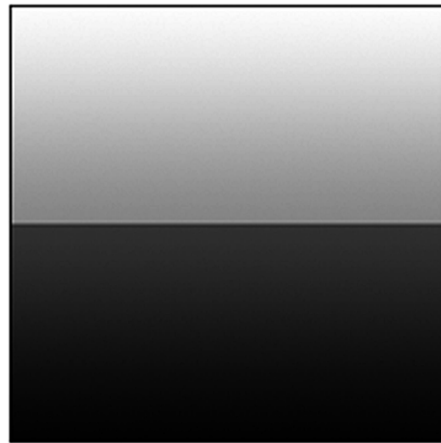
Ajustes automáticos: equalização de histograma



Ajustes automáticos: equalização de histograma



Ajustes automáticos: equalização de histograma



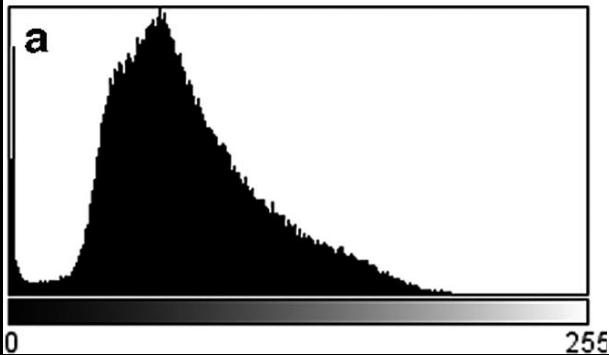
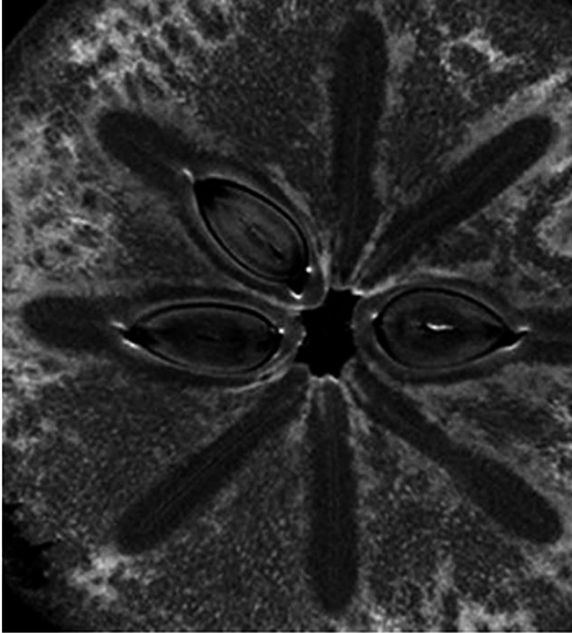
original image

Ajustes automáticos: equalização de histograma

Equalizada
pela raiz
quadrada
dos pixels

original

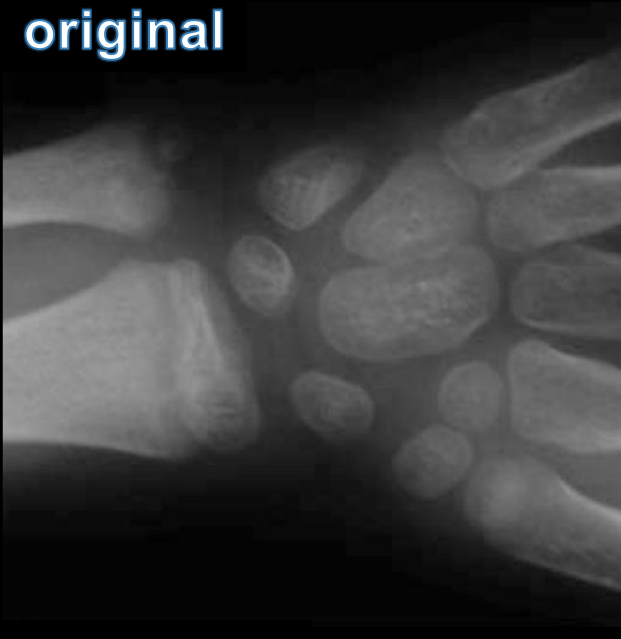
equalizada



ImageJ
Image Processing and Analysis in Java

Ajustes automáticos: equalização de histograma

original



Normalizada
(0% de saturação)



equalizada

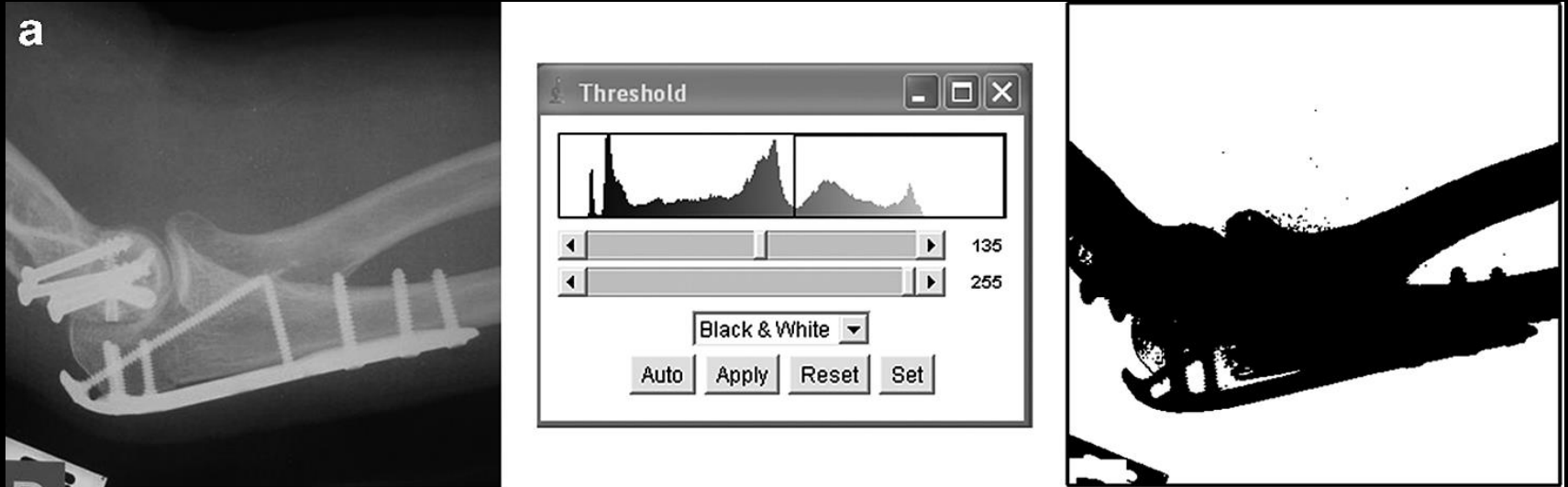


Equalizada pela raiz
quadrada dos pixels



Evidenciamento binário de contraste: *Thresholding*

Segmentação simples



Evidenciamento binário de contraste: *Thresholding*

Imagem binária
invertida

$$c = a \times b$$

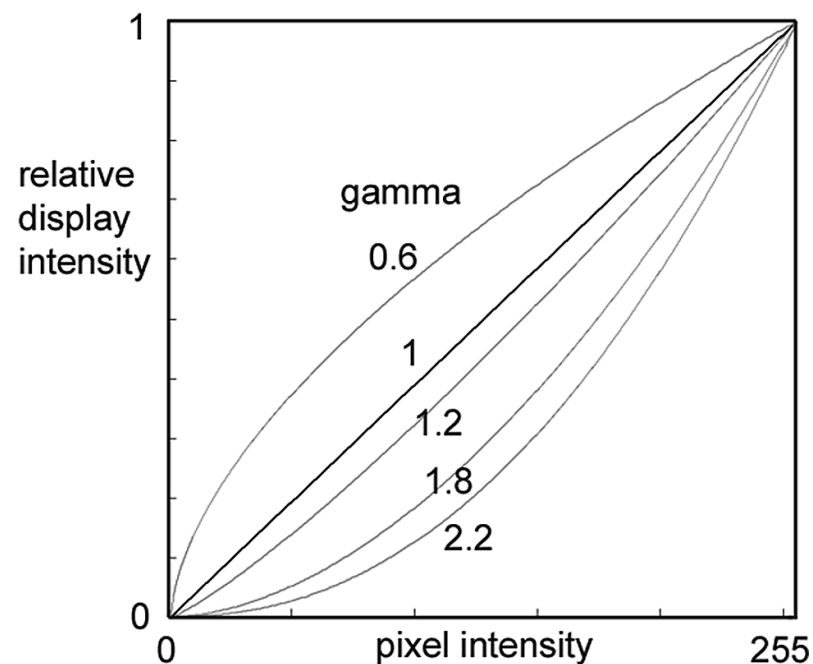
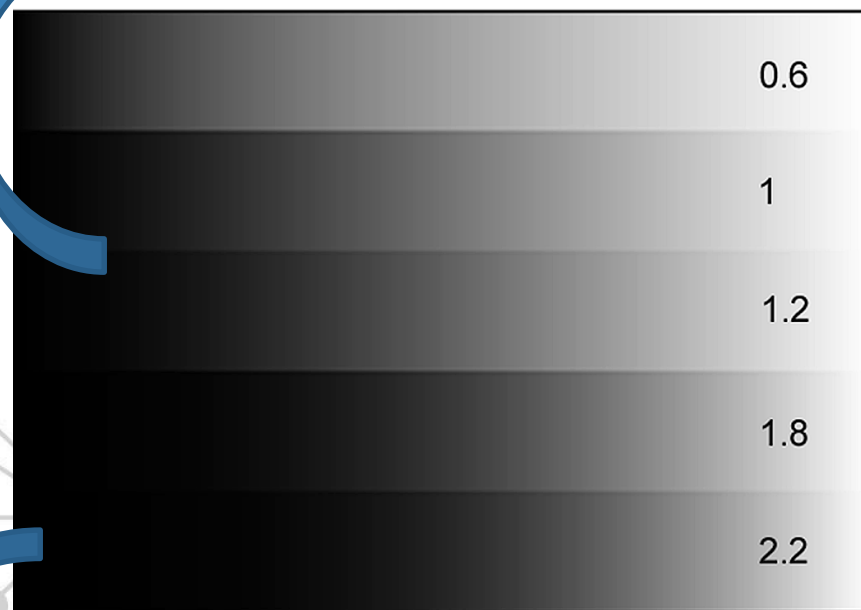


Ajustes do monitor

- Ajuste do “gama” do monitor

$$\text{Intensidade} \propto V^\gamma$$

Imagens impressas



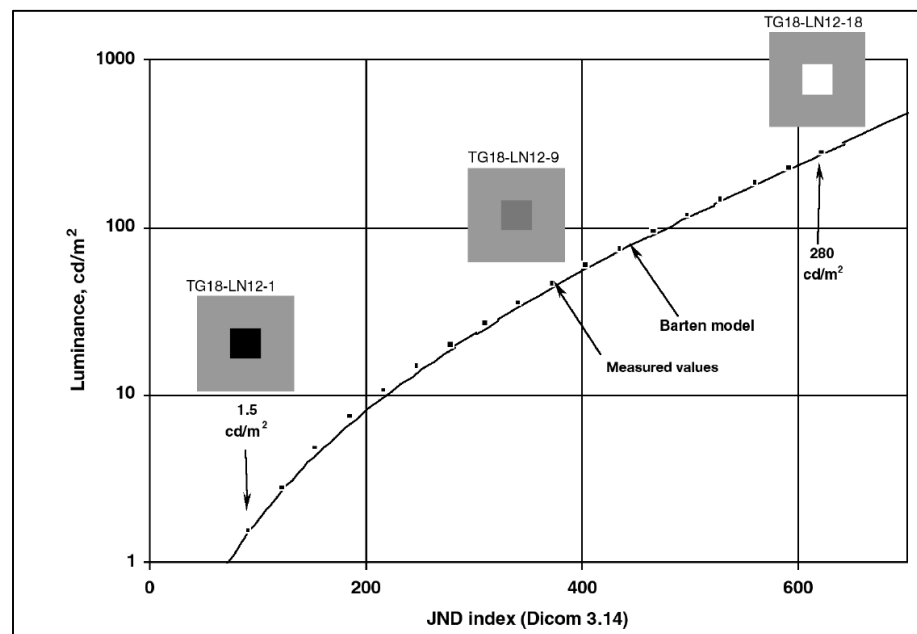
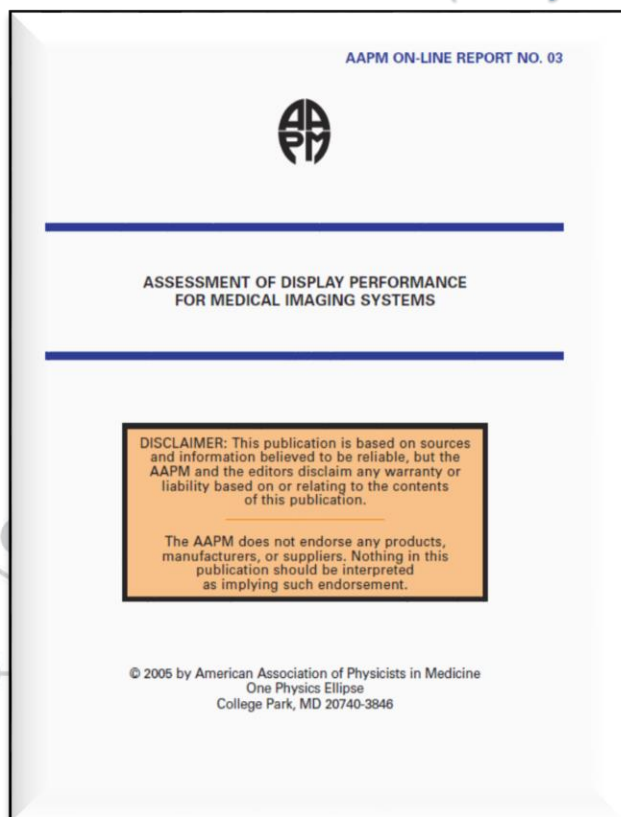
CRT

Ajustes/CQ do monitor

- Ajuste de gama \neq calibração do monitor

DICOM GSDF
(*Grayscale Standard Display Function*) 

Tabela de valores
De luminância de
Acordo com o
Modelo de Barten



Barten PGJ. *Contrast Sensitivity of the Human Eye and Its Effects on Image Quality*. Bellingham, WA: SPIE Press, 1999.

Barten PGJ. (1993). "Spatio-temporal model for the contrast sensitivity of the human eye and its temporal aspects." *Proc SPIE* 1913:1, 1993.

Barten PGJ. (1992). "Physical model for the contrast sensitivity of the human eye." *Proc SPIE* 1666:57-72.

Ajustes/CQ do monitor

AAPM REPORT NO. 270



Display Quality Assurance

The Report of AAPM
Task Group 270

January 2019

DISCLAIMER: This publication is based on sources and information believed to be reliable, but the AAPM, the authors, and the editors disclaim any warranty or liability based on or relating to the contents of this publication.

The AAPM does not endorse any products, manufacturers, or suppliers. Nothing in this publication should be interpreted as implying such endorsement.

© 2019 by American Association of Physicists in Medicine

Practical application of AAPM Report 270 in display quality assurance: A report of Task Group 270

Nicholas B. Bevins^{a)}

Department of Radiology, Henry Ford Health System, Detroit, MI 48202, USA

Michael S. Silosky

Department of Radiology, University of Colorado Anschutz Medical Campus, Aurora, CO 80045, USA

Aldo Badano

Office of Science and Engineering Laboratories, Center for Devices and Radiological Health, Food and Drug Administration, Silver Spring, MD 20993, USA

Rebecca M. Marsh

Department of Radiology, University of Colorado Anschutz Medical Campus, Aurora, CO 80045, USA

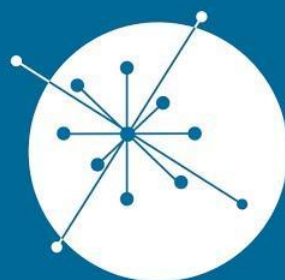
Michael J. Flynn

Public Health Sciences, Henry Ford Health System, Detroit, MI 48202, USA

Alisa I. Walz-Flannigan

Department of Radiology, Marshfield Clinic Health System, Marshfield, WI 54449, USA

Med. Phys. 47 (9), September 2020



GRUPO DE
**DOSIMETRIA
DAS RADIAÇÕES**
e FÍSICA MÉDICA

IFUSP - Instituto de Física da USP

