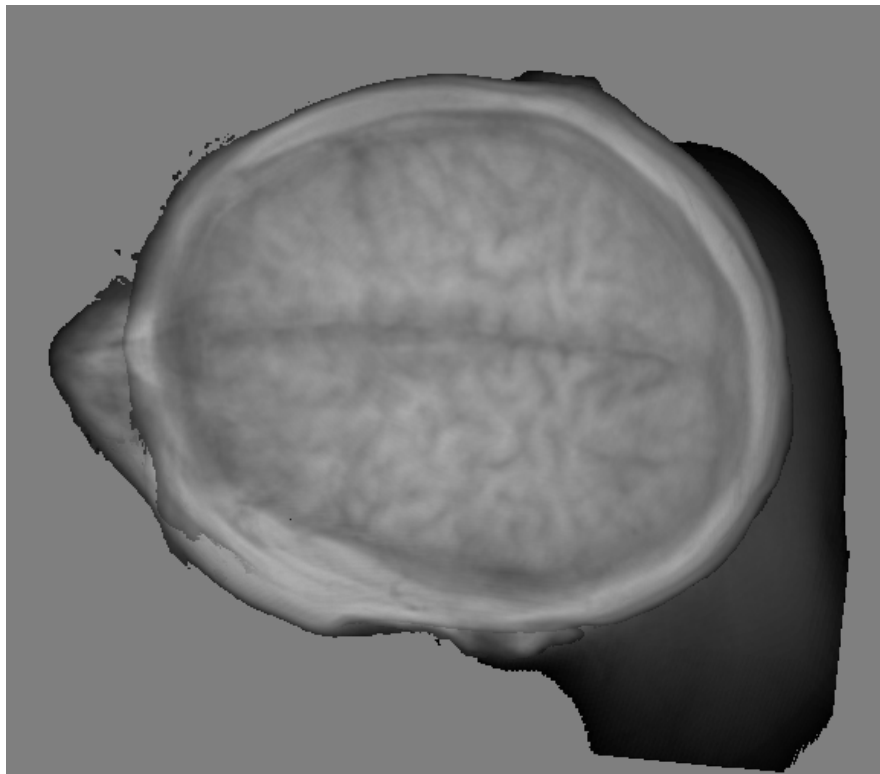


Uma Introdução à Visualização Volumétrica para Diagnóstico de Lesões Cerebrais

Módulo I



Wu Shin Ting
ting@dca.fee.unicamp.br

FEEC - Unicamp

Clarissa Lin Yasuda
yasuda.clarissa@gmail.com

FCM - Unicamp





Organização do Minicurso

- Protocolo de diagnóstico de displasia cortical focal
- Modelo matemático de neuroimagens e técnicas de renderização
- Tecnologia de renderização: GPUs
- Estado-de-arte de visualização de neuromagens
- Implementação de ferramentas de interação



Organização do Minicurso

- Protocolo de diagnóstico de displasia cortical focal
- Modelo matemático de neuroimagens e técnicas de renderização
- Tecnologia de renderização: GPUs
- Estado-de-arte de visualização de neuromagens
- Implementação de ferramentas de interação



Displasias Corticais Focais

- Subtipo de malformação do desenvolvimento cortical (MDC).



Fonte:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Cerebral_Cortex_location.jpg



DCF: Consequências

- Distúrbios psiquiátricos.
- Déficits cognitivos e de memória.
- Altamente relacionadas às epilepsias parciais resistentes às drogas anti-epiléticas (DAEs).
- Morbidade.
- Mortalidade.



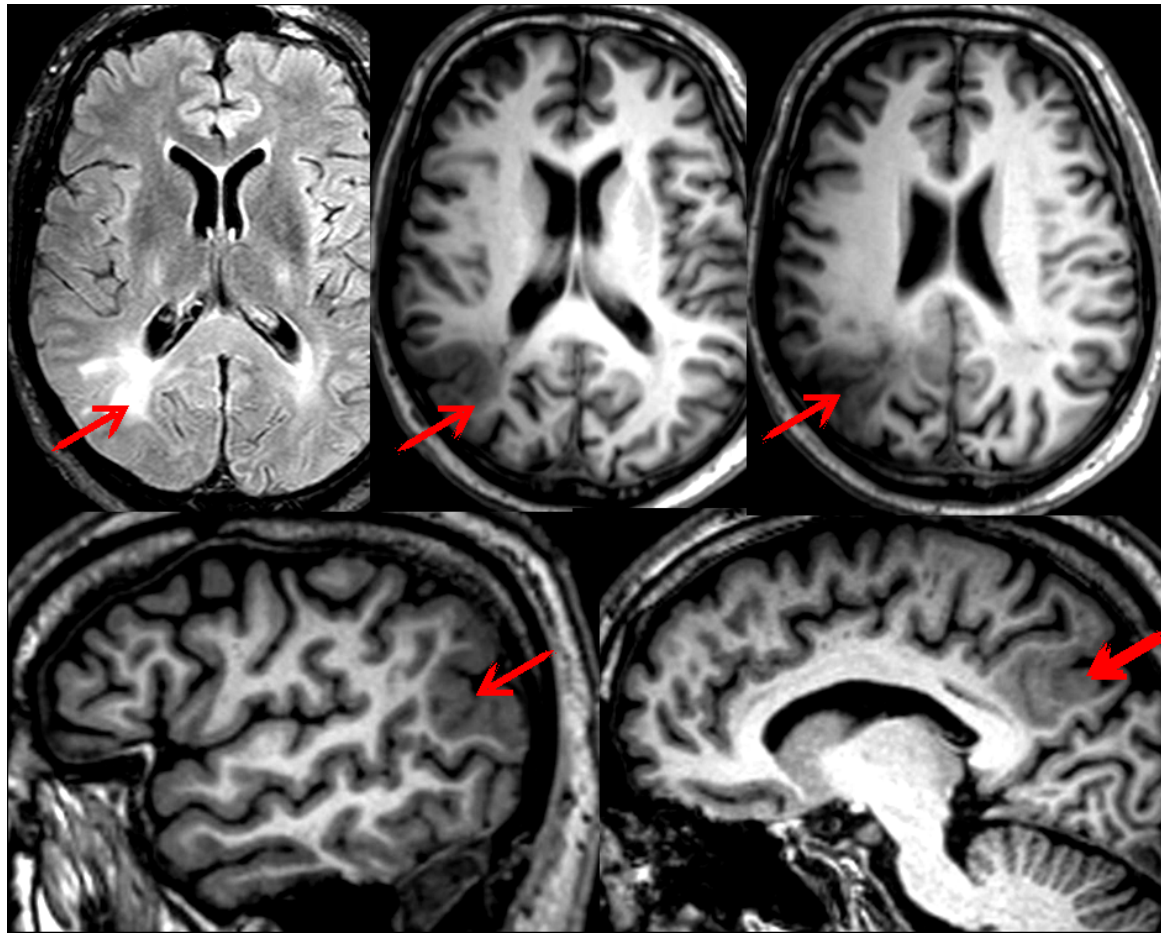
DFC: Incidências

- Responsáveis por 40% de epilepsia em adultos.
- Prevalência estimada em S.P.: 18,6/1000 pessoas.



DFC: Tratamento

- Melhor controle após ressecção do foco epileptogênico em mais de 50% dos casos.



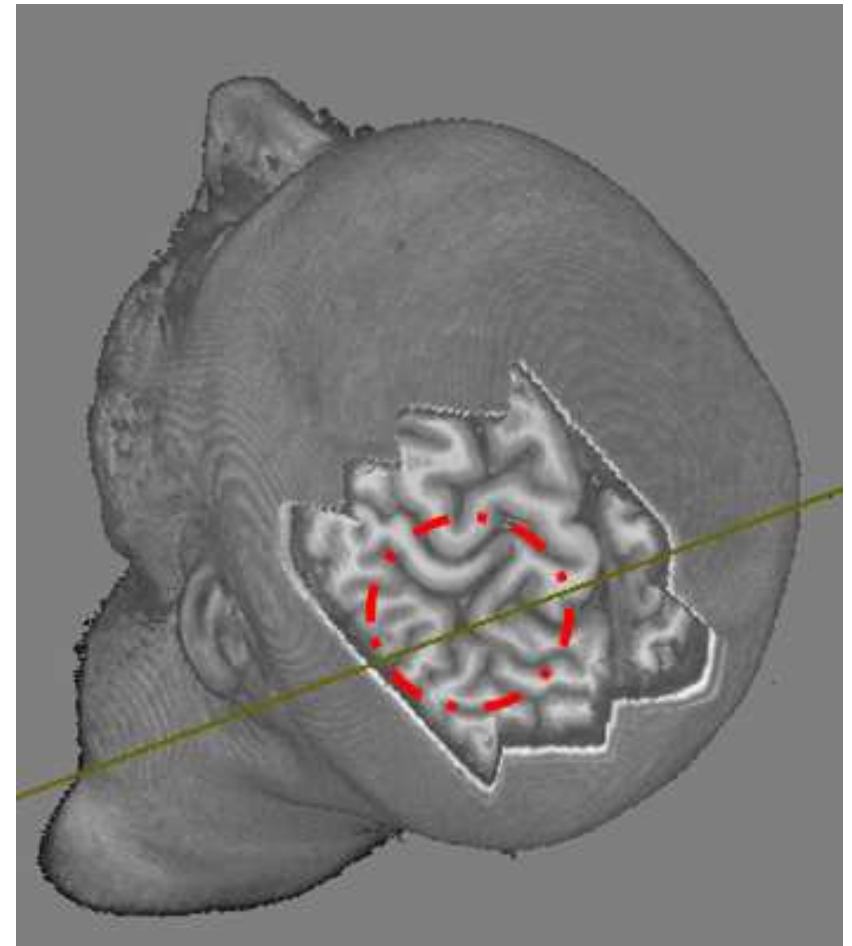
Foco Epileptogênico

- Um grupo de células anormais que inicia uma descarga elétrica responsável por uma crise epiléptica

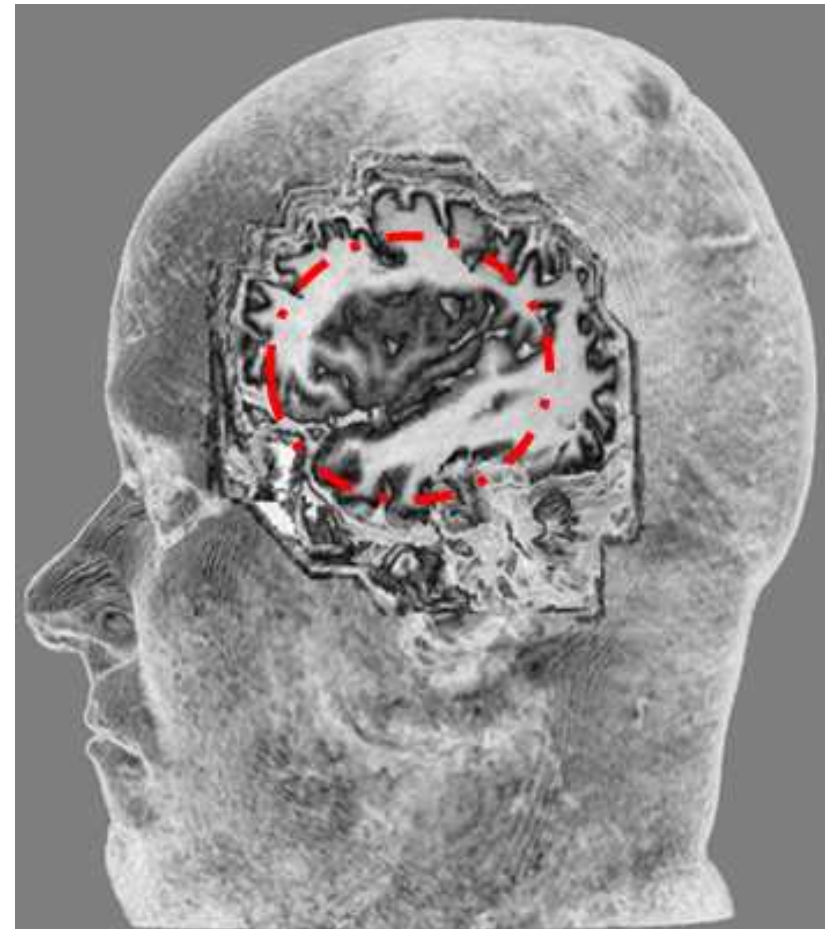
Tipo IA	Anormalidades estruturais isoladas da cortical
Tipo IB	Anormalidades estruturais, neurônios gigantes ou imaturos mas não disfórmicos
Tipo IIA	Distorção da cortical com neurônios disfórmicos sem células em balão
Tipo IIB	Distorção estrutural da cortical com neurônios disfórmicos e células em balão.



Foco Epileptogênico: Tipo IIA



Foco epileptogênico: IIB



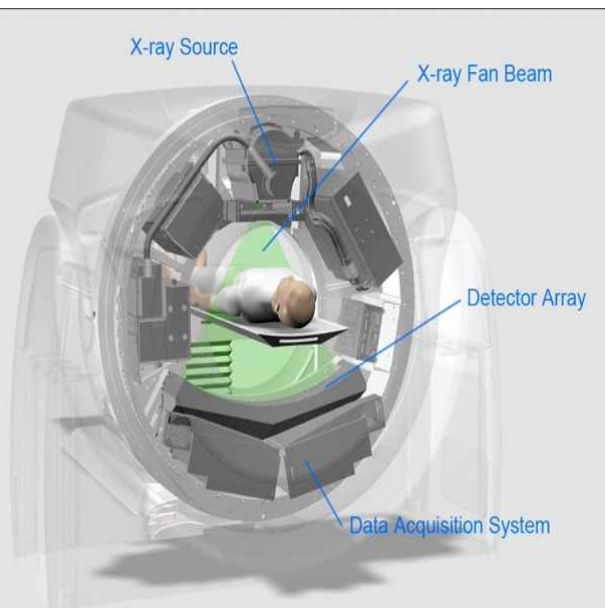
ILAE: Neuroimagens em Prognóstico de DCF

- Bom prognóstico cirúrgico para uma lesão bem delimitada e acessível.
- Pior resposta ao tratamento cirúrgico quando as áreas de anormalidade se estendem além do foco epileptogênico.
- Neuroimagens estruturais e funcionais auxiliam planejamento cirúrgico e permitem avaliar possíveis déficits pós-operatórios.

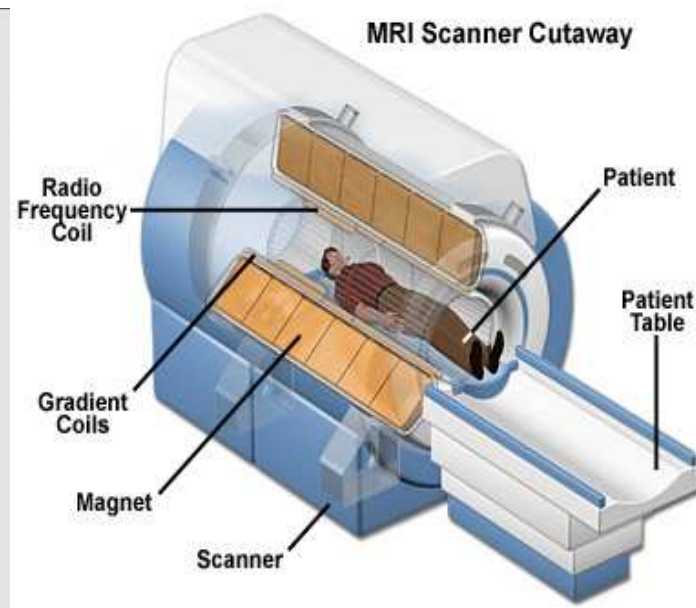


O que são neuroimagens?

- Imagens do encéfalo humano obtidas por meio não-invasivo



Tomografia
Computadorizada



Ressonância
Magnética

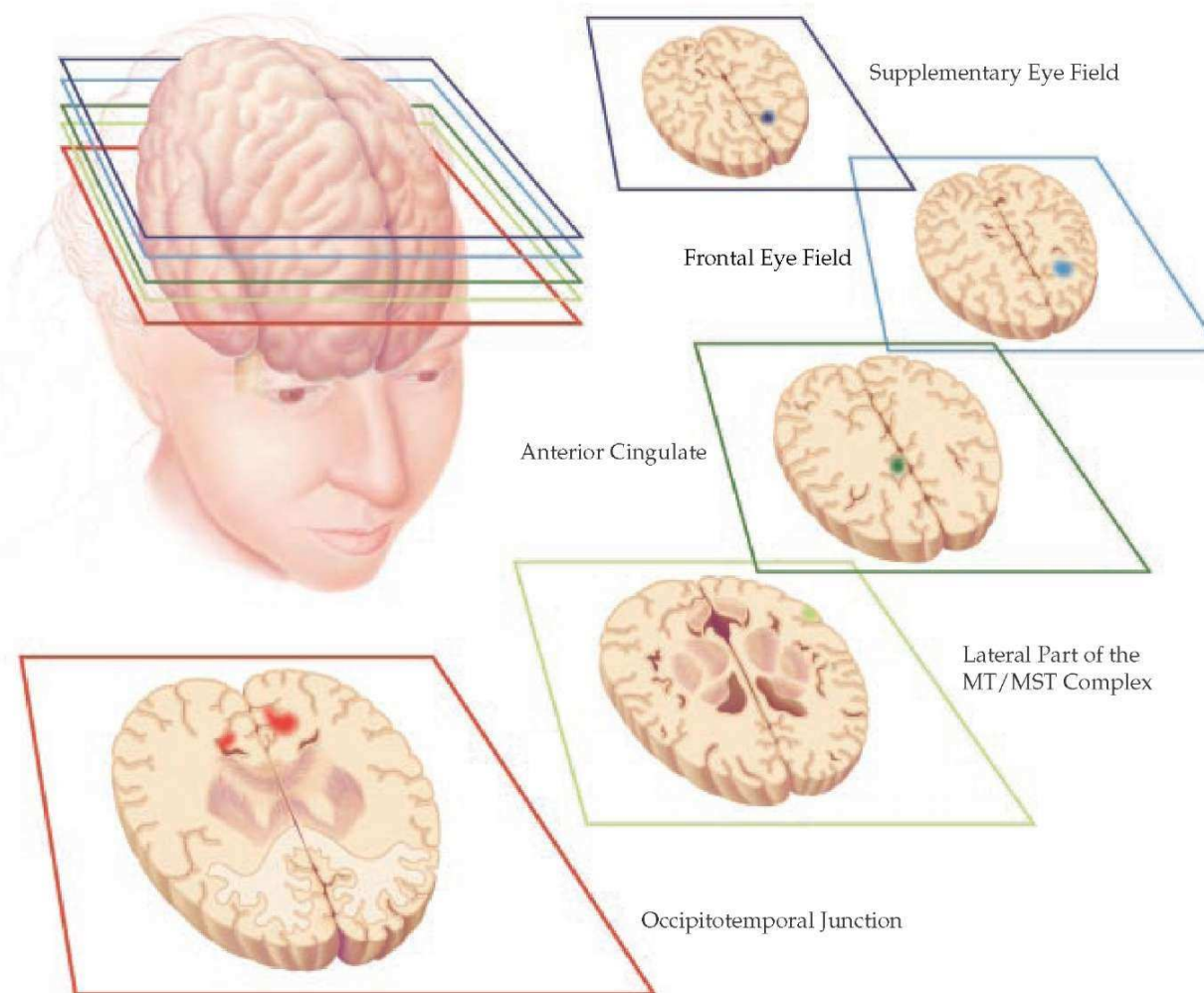


Tomografia por
emissão de pósitrons

Fonte: *Google images*



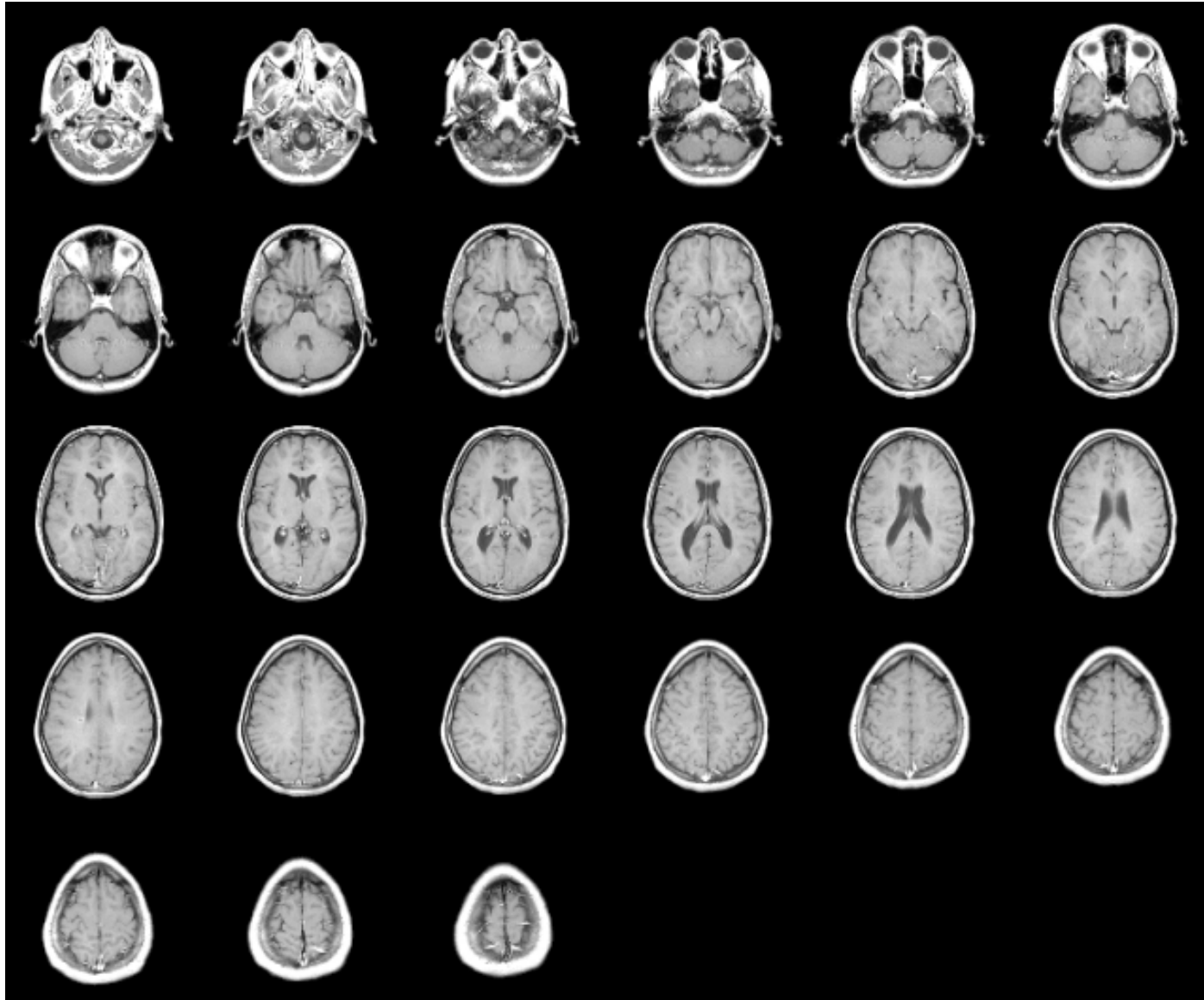
Neuroimagens: Amostragem em fatias



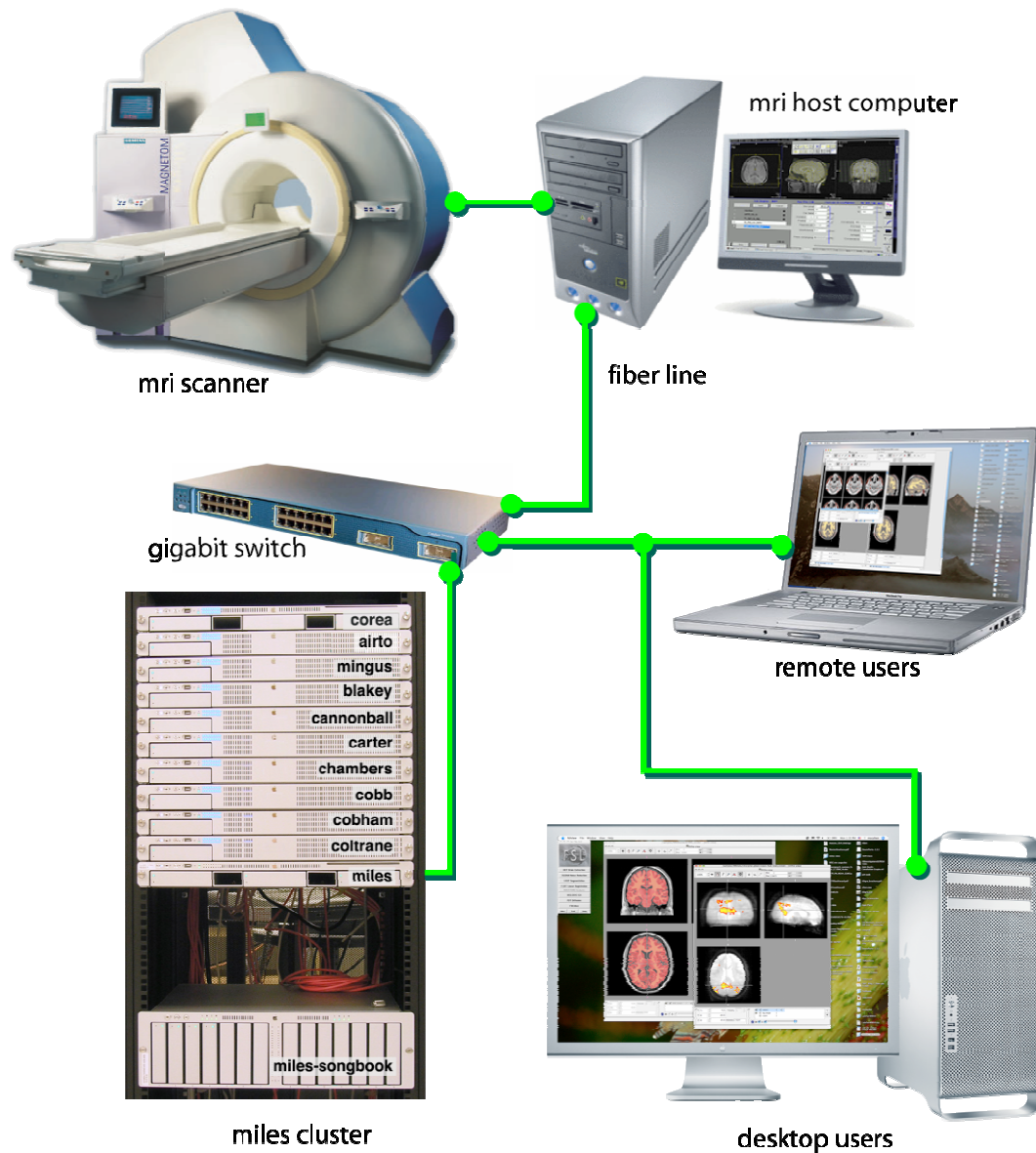
Fonte: <http://what-when-how.com/wp-content/uploads/2012/04/tmp21421.jpg>



Neuroimagens 3D



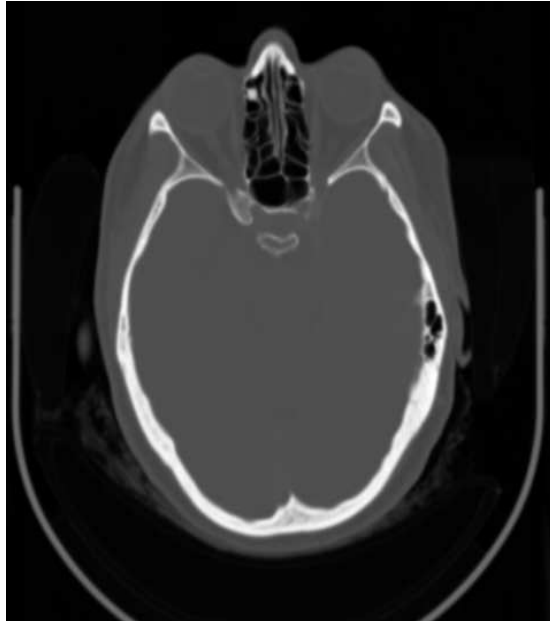
Neuroimagens: Processamentos



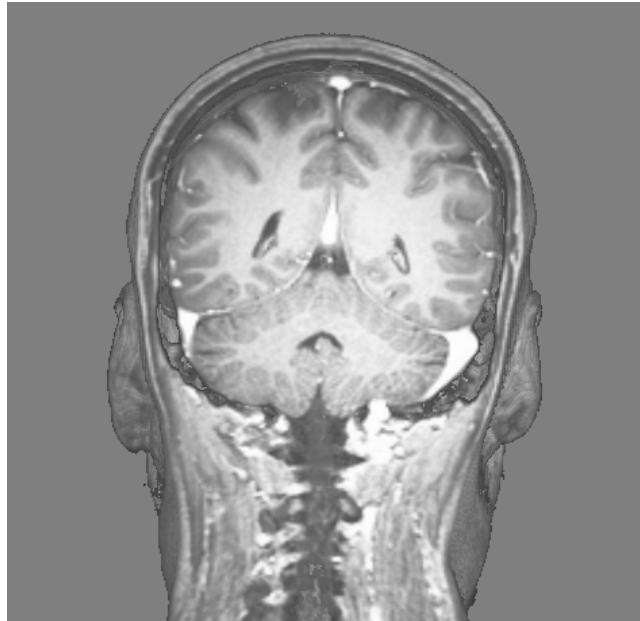
Fonte:
http://www.macresearch.org/a_mac_cluster_for_neuroimaging



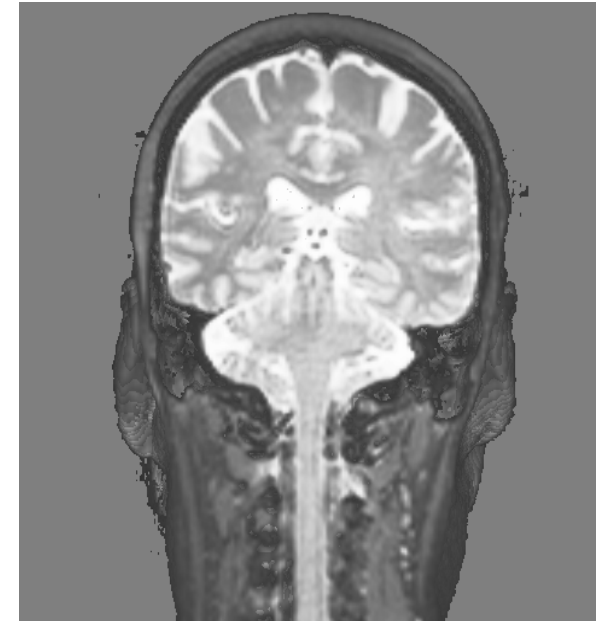
Neuroimagens Estruturais (I)



Tomografia
Computadorizada
CT



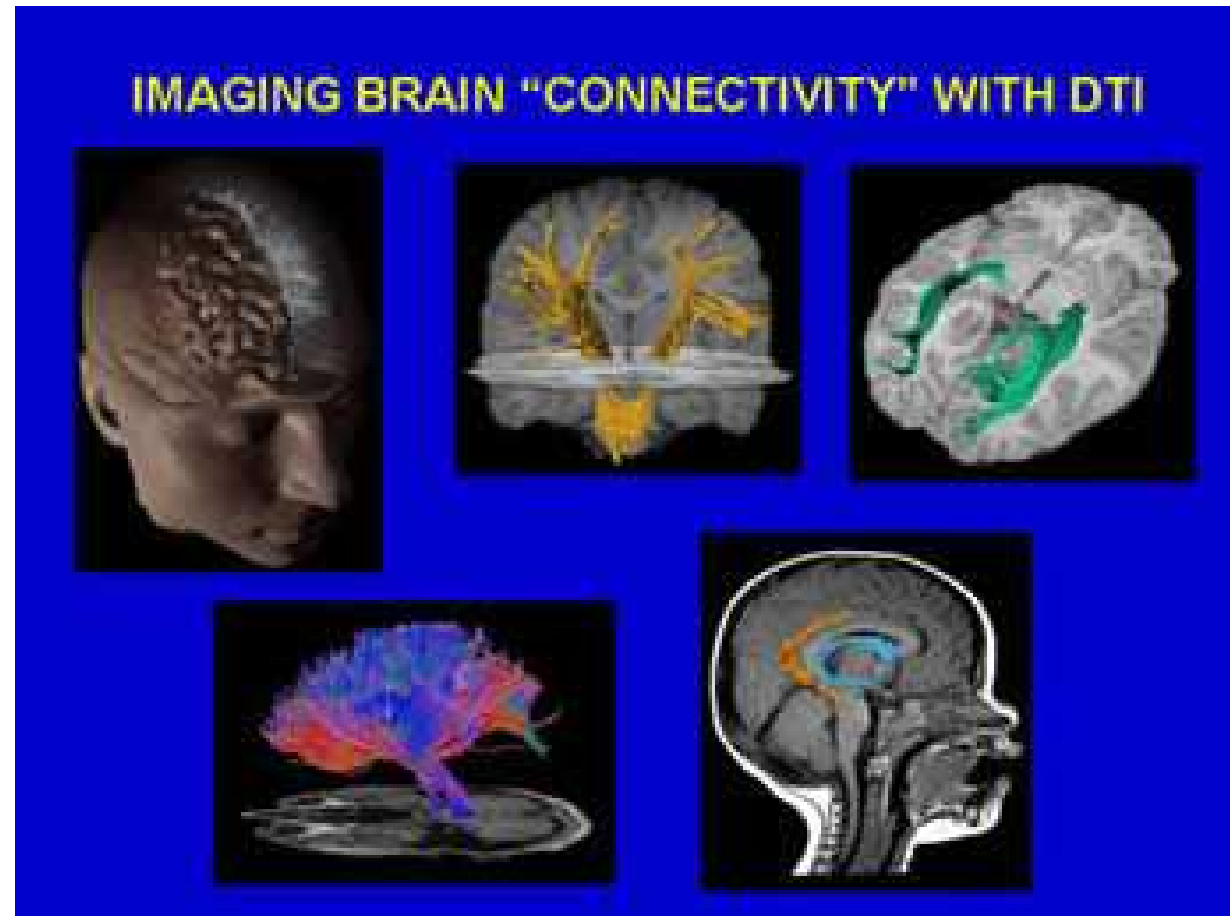
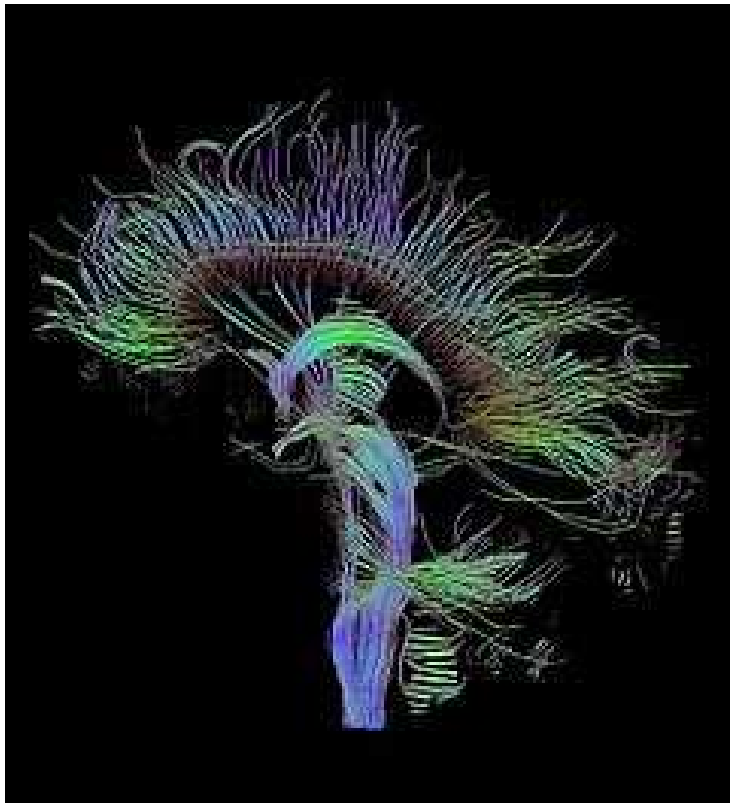
Ressonância
Magnética T1
RM-T1



Ressonância
Magnética T2
RM-T2

Neuroimagens Estruturais (II)

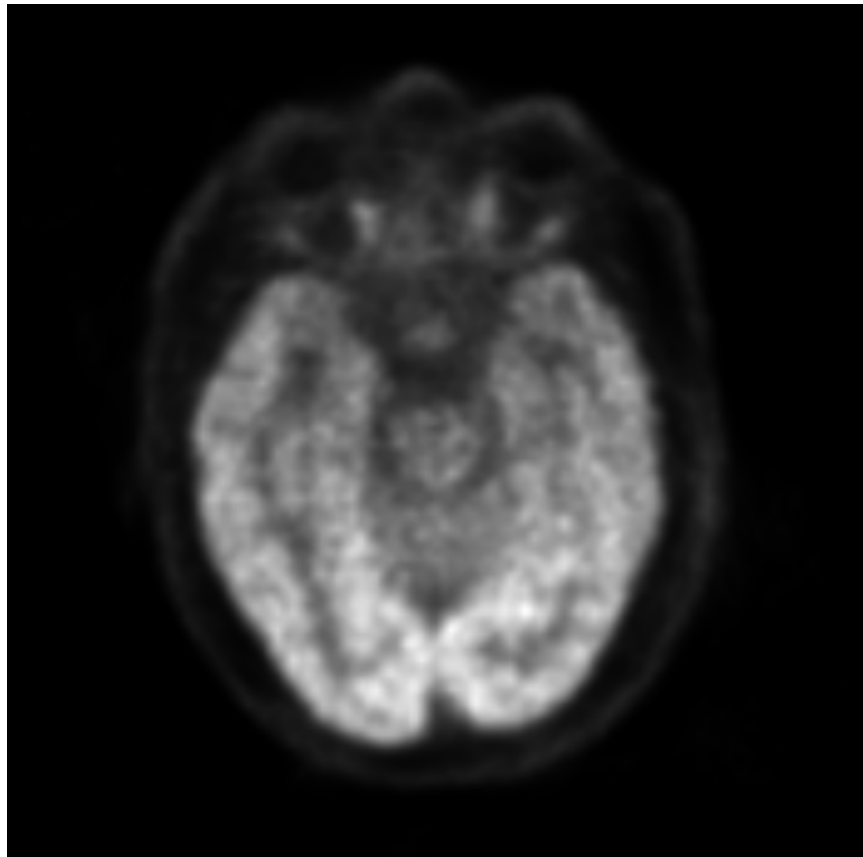
Ressonância Magnética DTI
Imageamento do Tensor de
Difusão (das moléculas de
água)



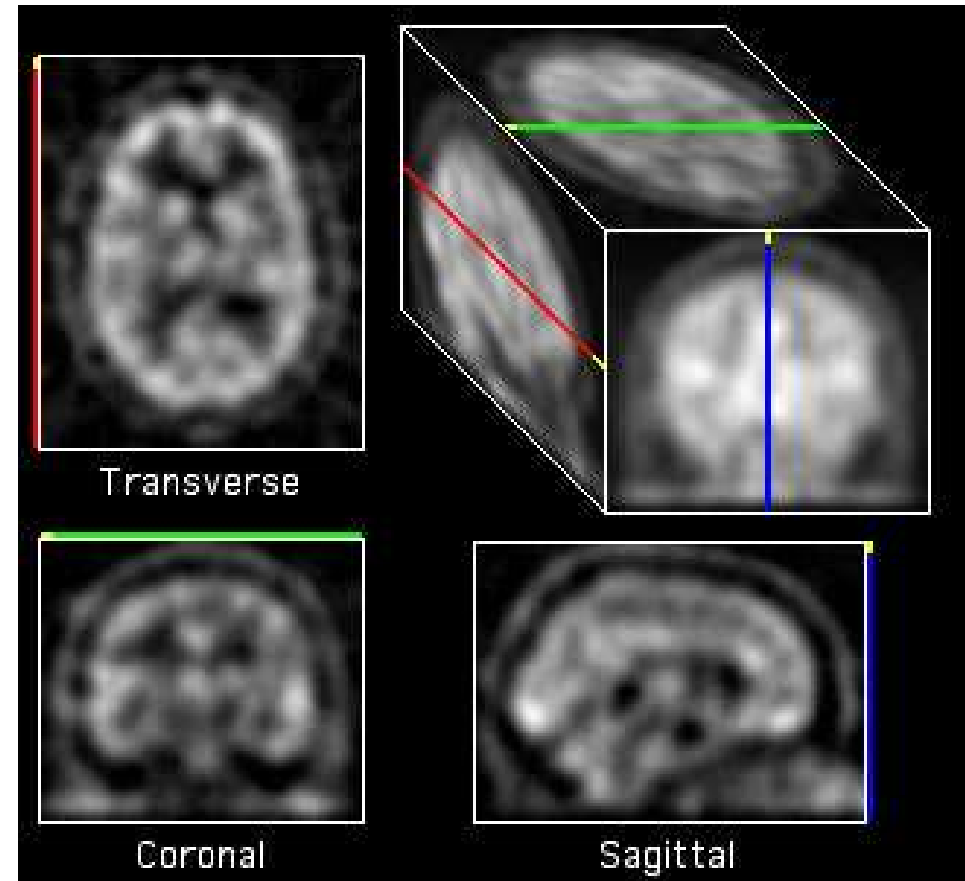
Fonte: *Google images*



Neuroimagens Funcionais (I)



Tomografia por Emissão
de Póstrons - PET



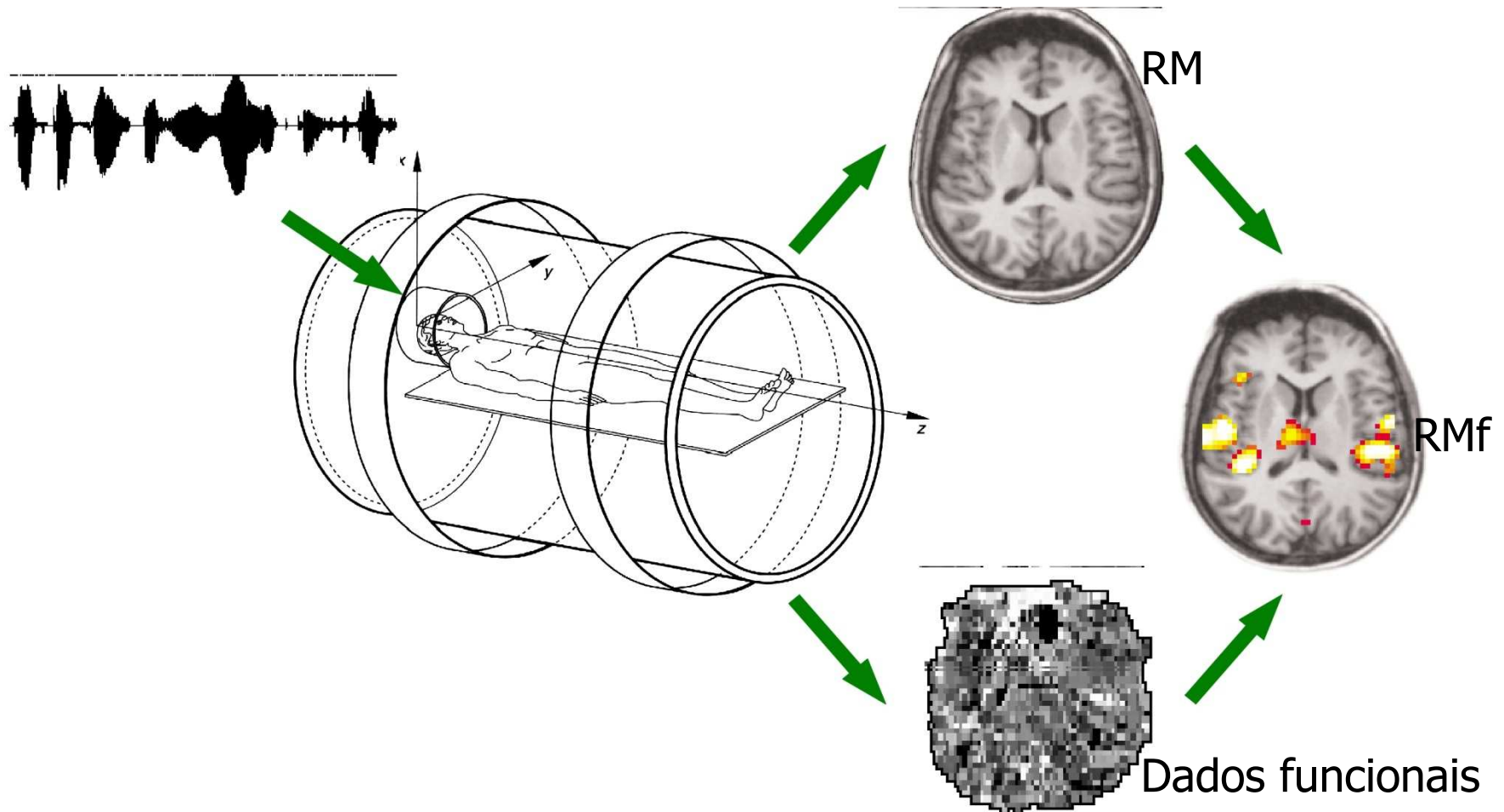
Tomografia por Emissão
de Fóton Único - SPET

Fonte: <http://www.scientificimaging.com/images.html>



Neuroimagens Funcionais (II)

- Exames de ressonância magnética funcional (RMf)



Fonte: <http://www.anc.ed.ac.uk/CFIS/projects/prosody/material/fMRI.htm>

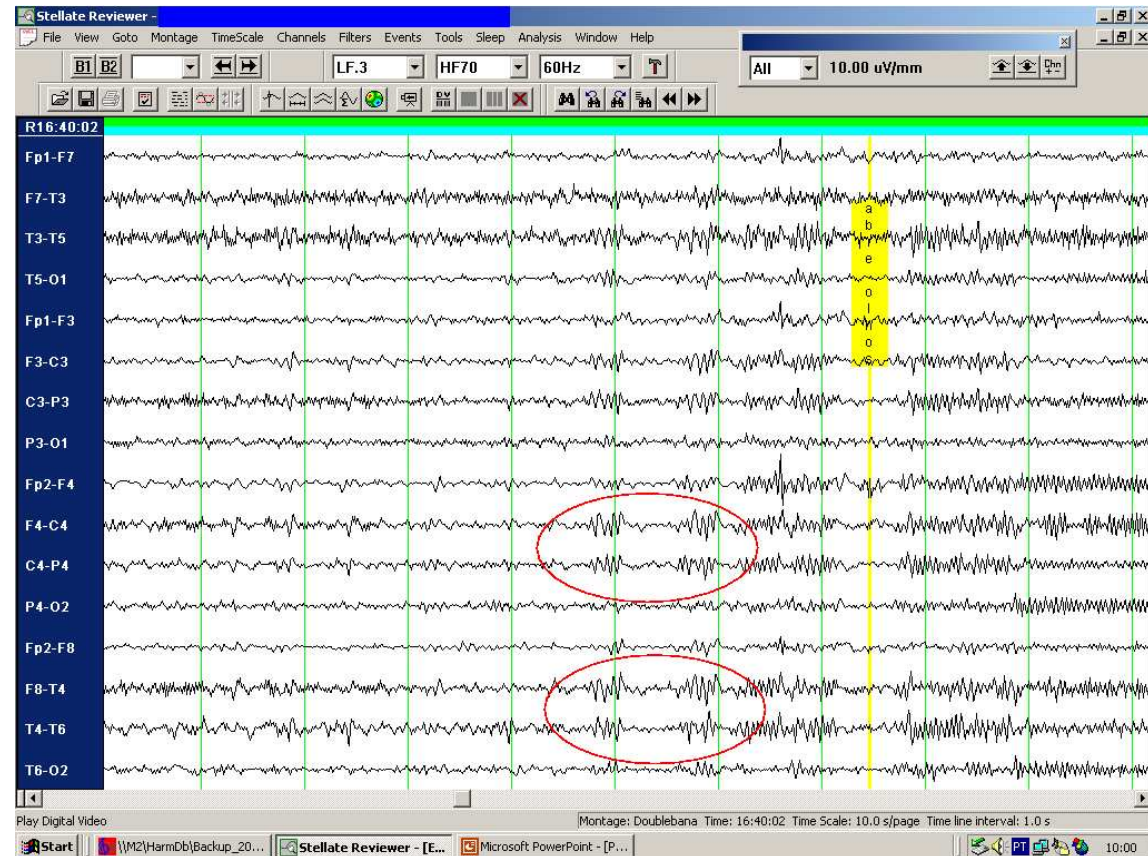
Exames Complementares

- 1/3 dos potenciais candidatos à cirurgia tem as suas imagens de ressonância magnética classificadas normais
- Exames complementares são necessários
 - História clínica detalhada
 - Vídeo-eletroencefalograma, ou telemetria
 - PET: tomografia por emissão de pósitrons
 - SPECT: tomografia por emissão de fóton único



EEG

- Eletroencefalograma (EEG): diferenciar padrões de crise epiléptica e identificar o início de uma crise

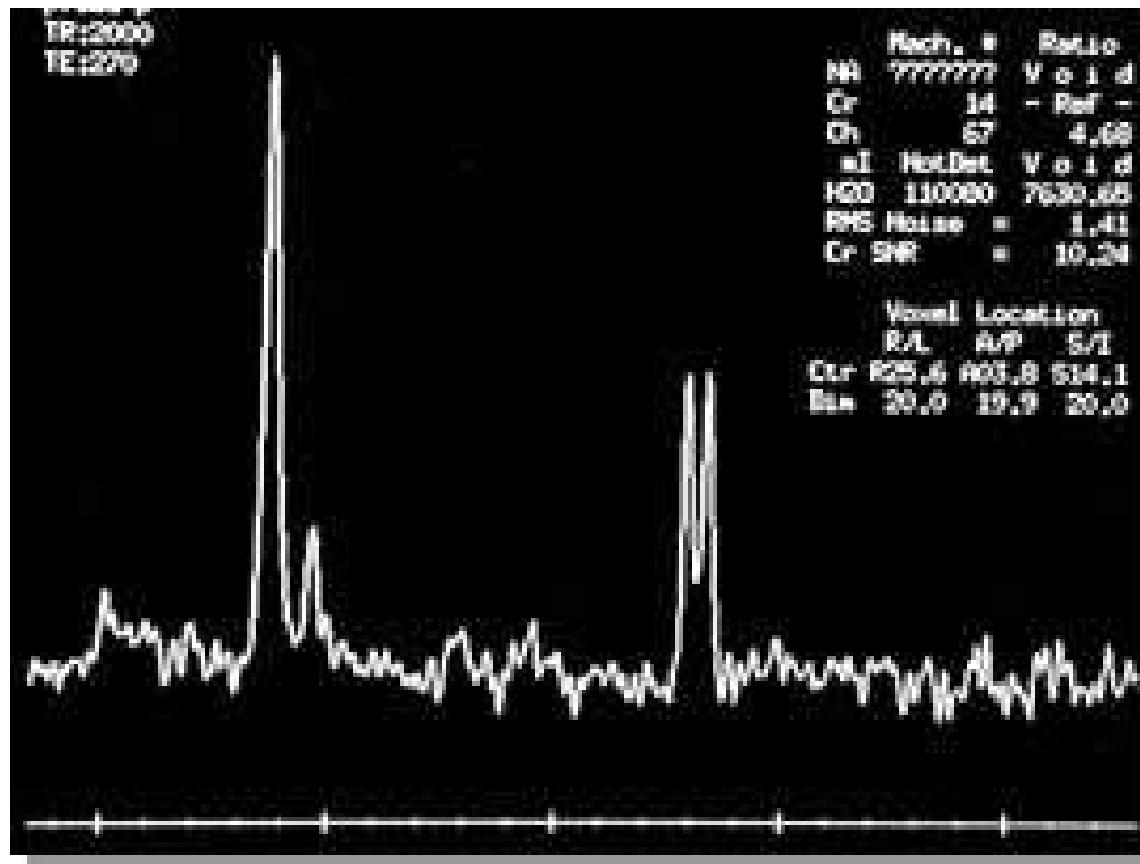


Fonte: *google images*



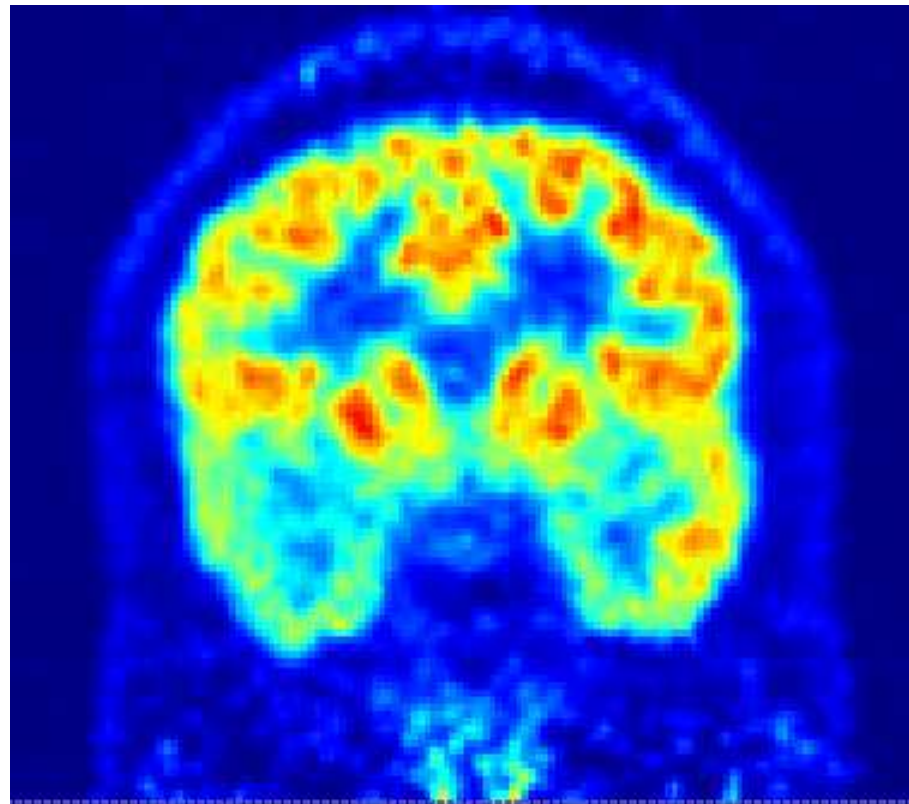
RME

- Espectrografia por ressonância magnética (RME):
avaliação da concentração de metabólitos



PET

- Exames PET: identificam atividade dos neuro-receptores e transmissores

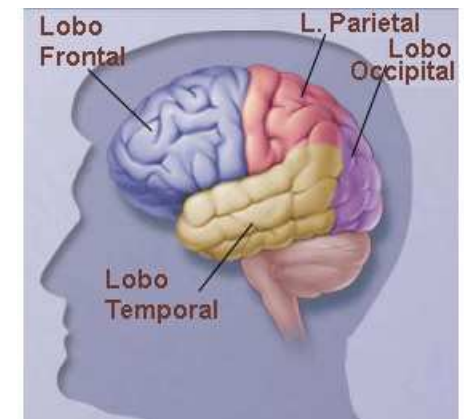
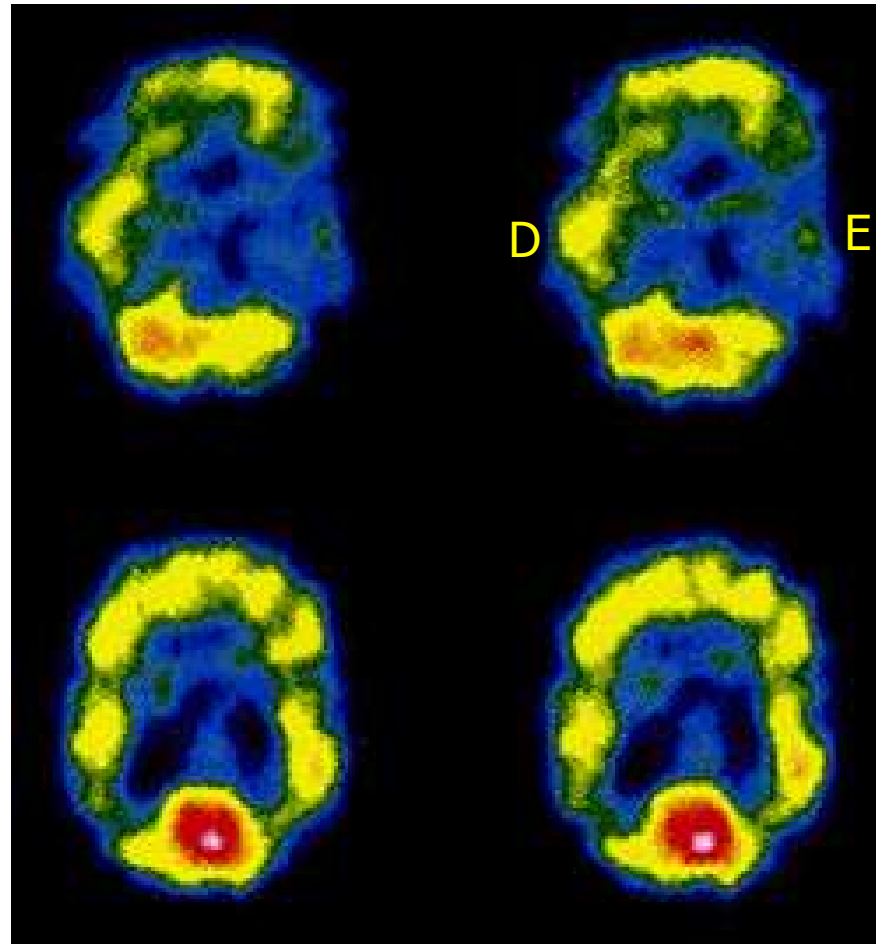


Fonte: <http://www.mayfieldclinic.com/PE-SPECT.htm>



SPECT

- Exames SPECT inter-ictal e ictal:



Fonte: <http://www.mayfieldclinic.com/PE-SPECT.htm>



Por quê um Visualizador?

- Sensoreamento mais aguçado: visão.
- Processamento mais complexo: visão.
 - estímulos visuais em modelos 3D.
- Melhor suporte às tomadas de decisão: percepção espacial.
 - aumento da capacidade analítica
- “Ver para crer”

Fonte: <http://www.dnalc.org/view/2052-Why-is-neuroimaging-important-.html>



Visualizador Clínico

- Renderização: multiplanar, indireta, direta
- Controle de brilho e de contraste
- Filtragem de ruídos
- Segmentação



Novas Demandas

- Registro multimodal
- Visualização exploratória 3D
- Visualização multimodal
- Planejamento neurocirúrgico
- Neuronavegação



Neuroimagens em HC-Unicamp

- Modalidades estruturais: RM-T1, RM-T2, DTI
- Modalidades funcionais: RMf, SPECT, EEG-RMf
- Aplicativos
 - [Philips DICOM Viewer](#): visualizador de imagens no formato DICOM
 - [OsiriX DICOM Viewer](#): visualizador de imagens no formato DICOM
 - [Matlab-SPM8](#): estudos comparativos entre grupos de indivíduos
 - [FSL](#): ferramenta de análise de neuroimagens RMf, RM e DTI
 - [AFNI](#): ferramenta de análise de imagens funcionais
 - [Freesurfer](#): reconstrução da superfície cortical a partir de RM



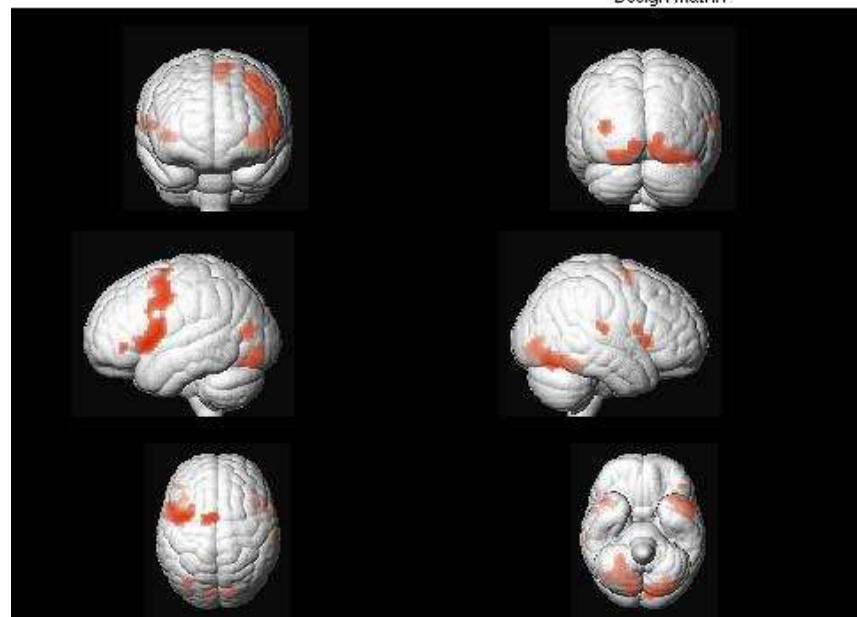
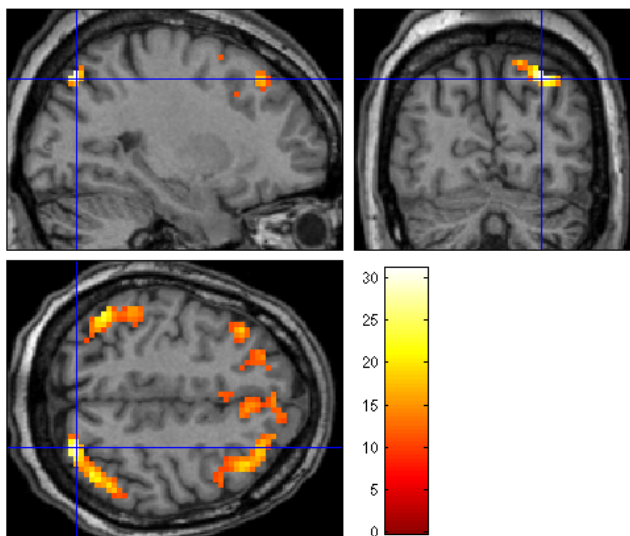
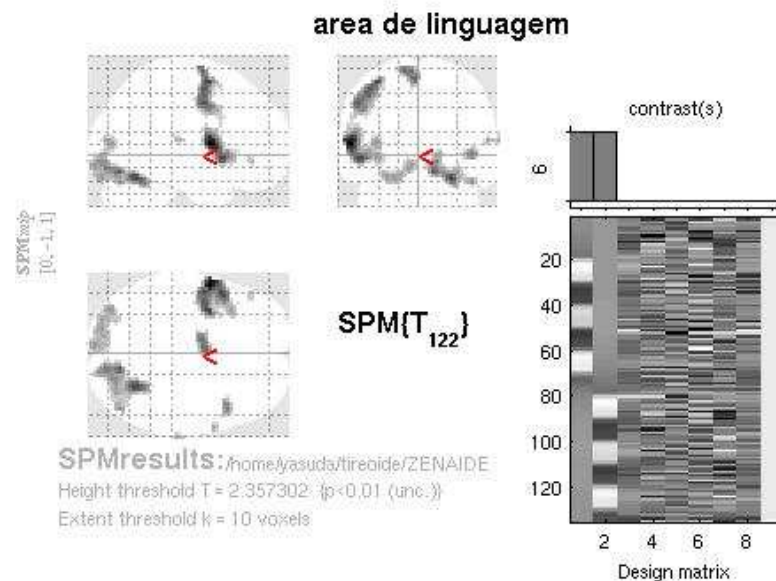
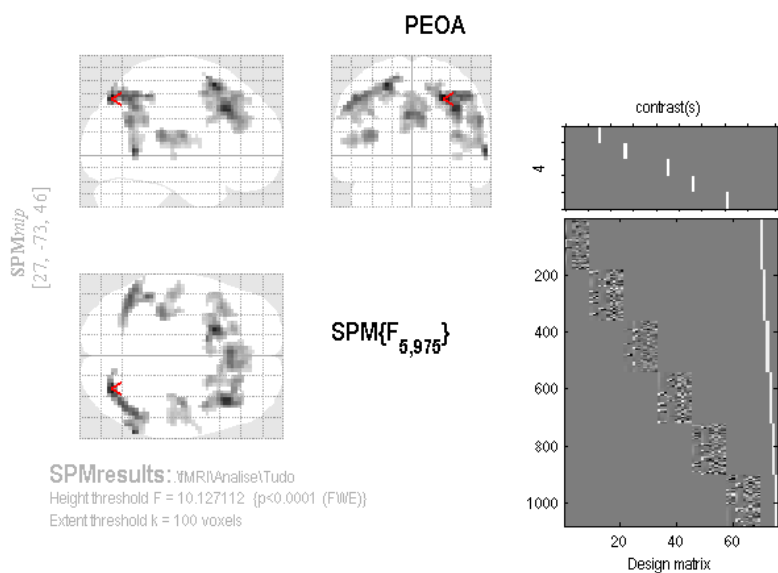
Visualizador Philips



- www.dca.fee.unicamp.br/projects/mtk/wu/jai13



Matlab – SPM8



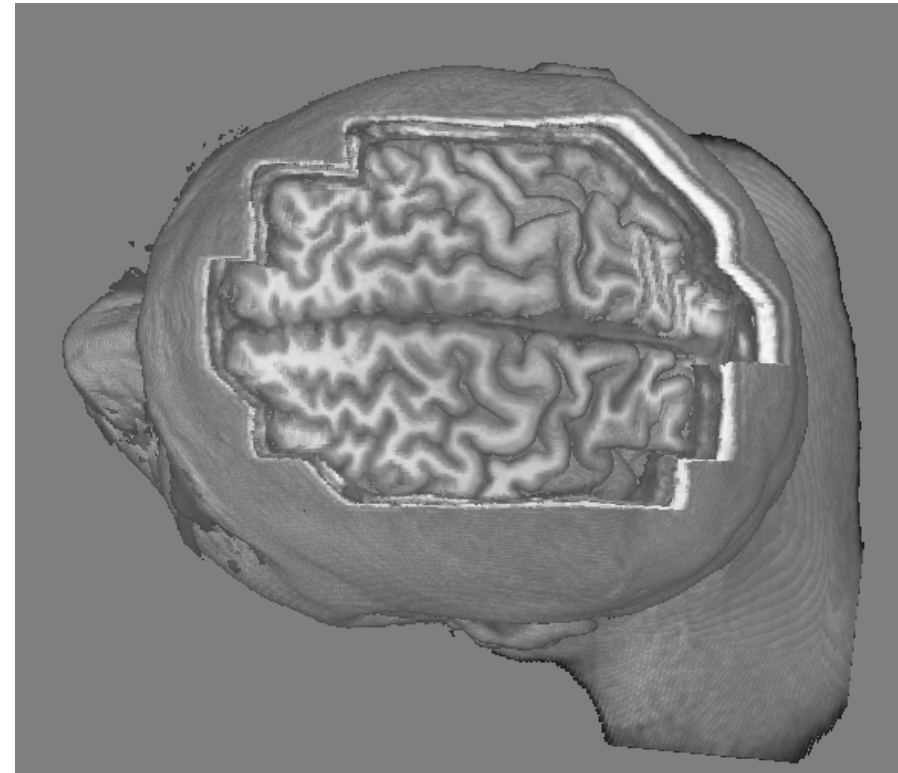
Organização do Minicurso

- Protocolo de diagnóstico de displasia cortical focal
- **Modelo matemático de neuroimagens e técnicas de renderização**
- Tecnologia de renderização: GPUs
- Estado-de-arte de visualização de neuroimagens
- Implementação de ferramentas de interação

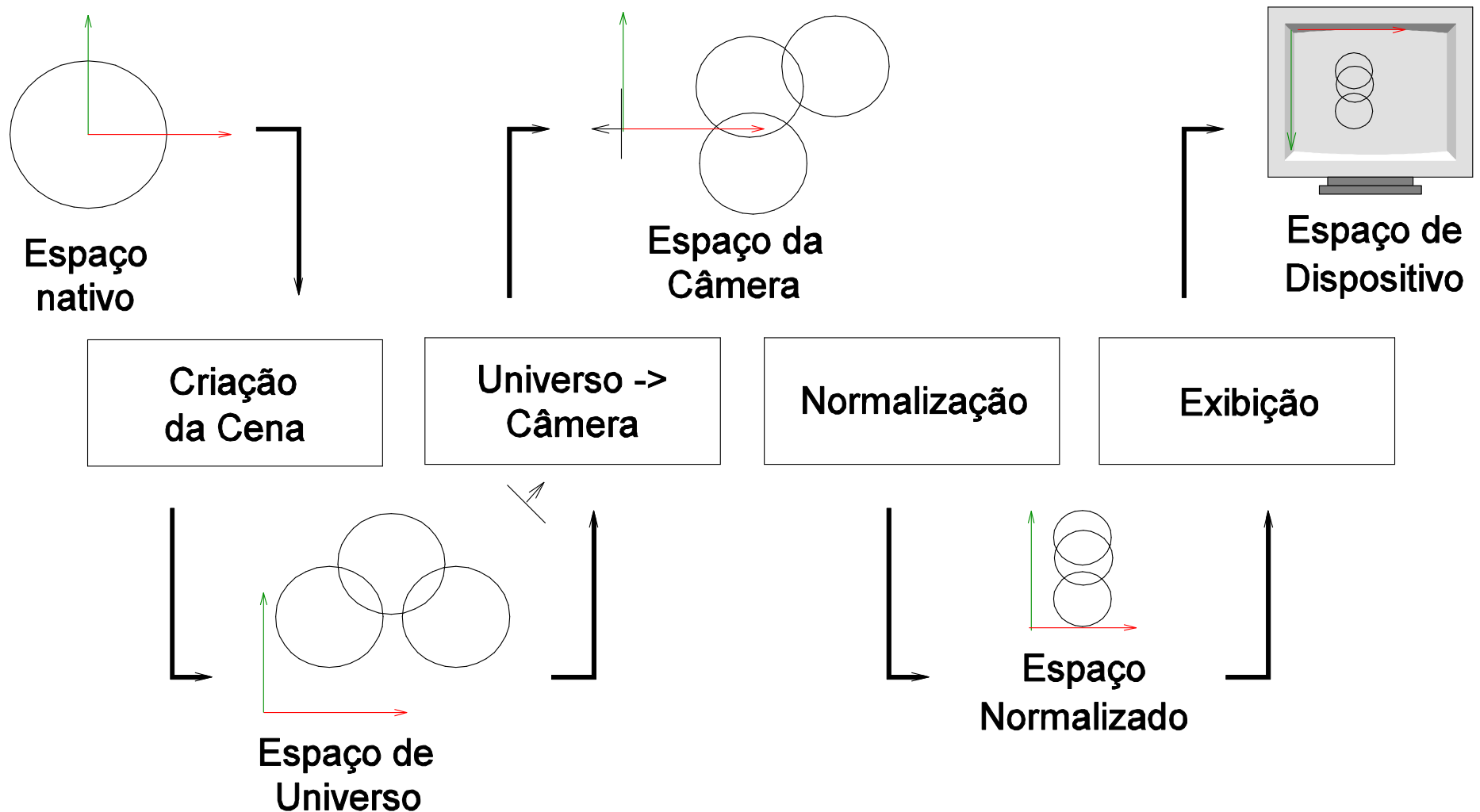


Renderização Volumétrica

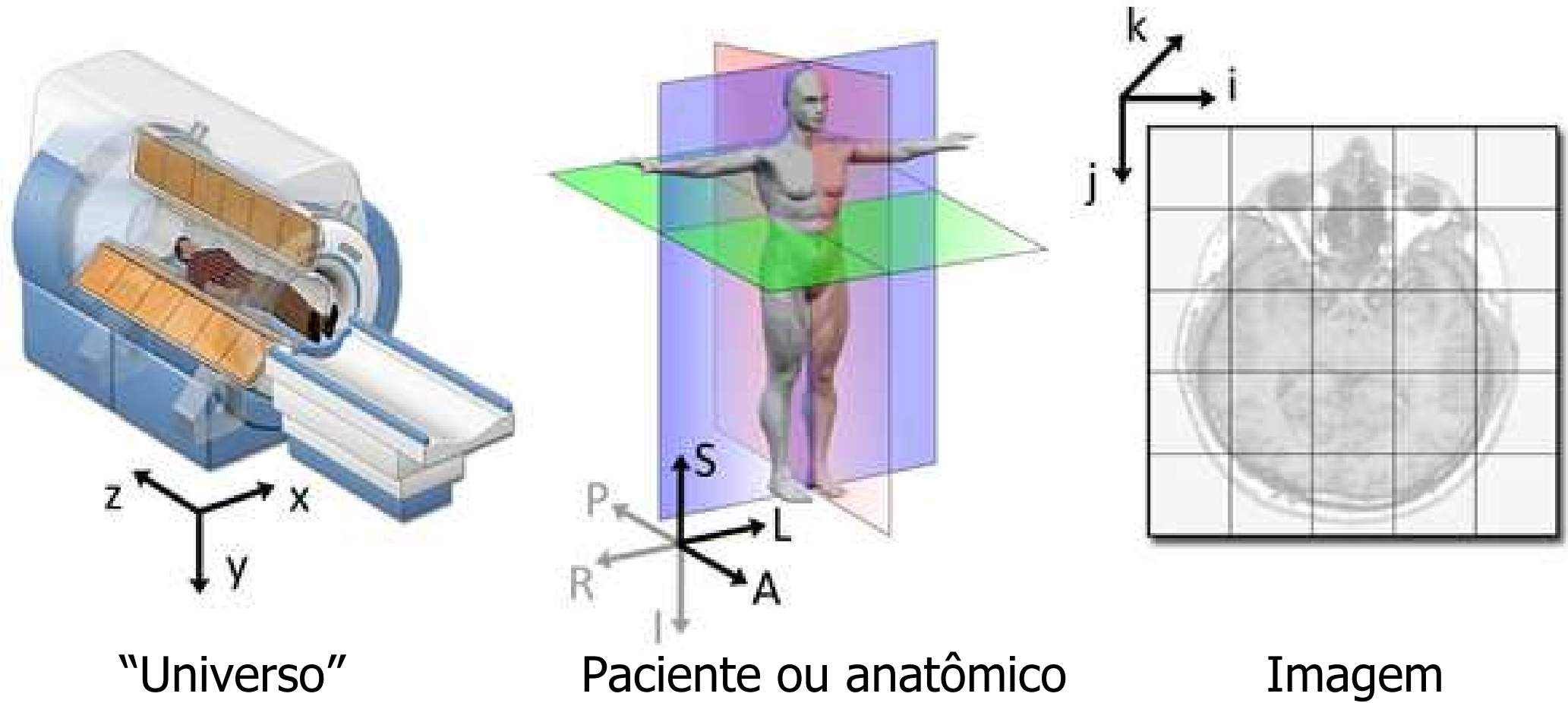
Amostras escaneadas:
intensidade dos sinais
físicos em valores
numéricos



Fluxo de Renderização



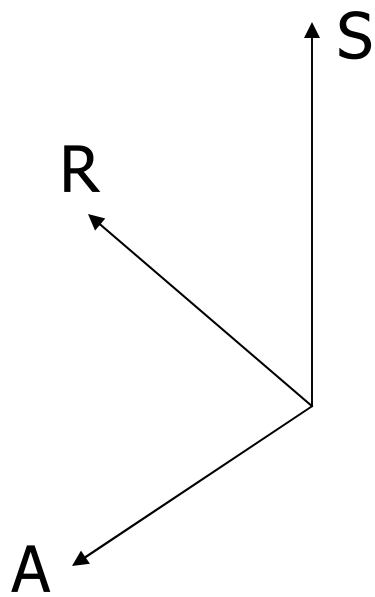
Espaços Referenciais



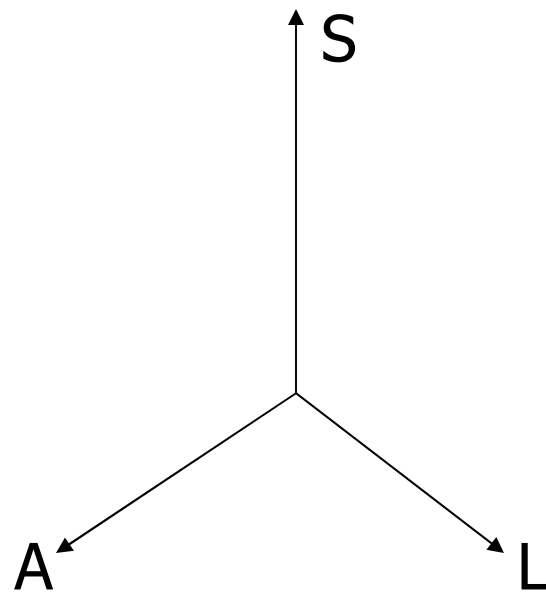
Fonte: http://www.slicer.org/slicerWiki/index.php/Coordinate_systems

Espaço Anatômico: Versores

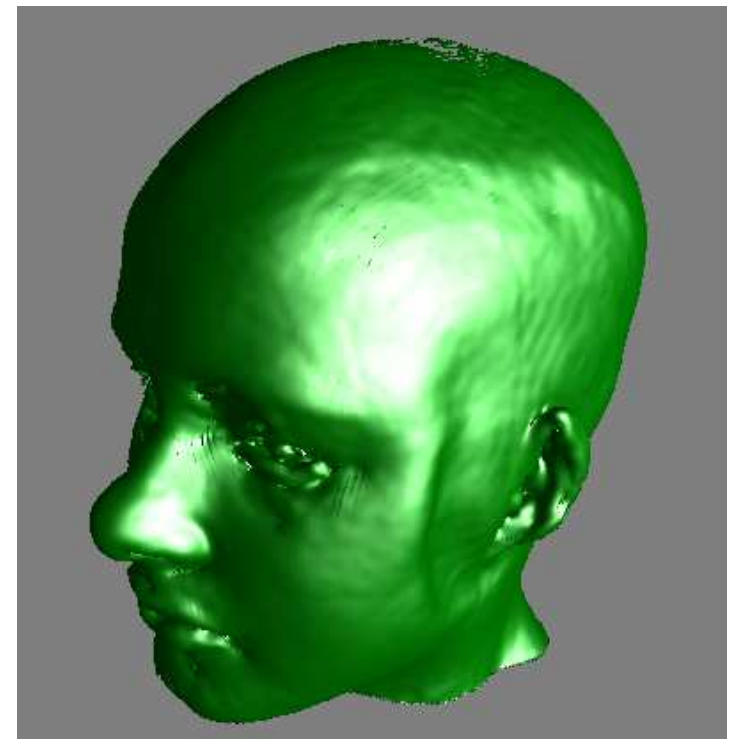
- Vetores-base são descritos em relação ao espaço-universo.



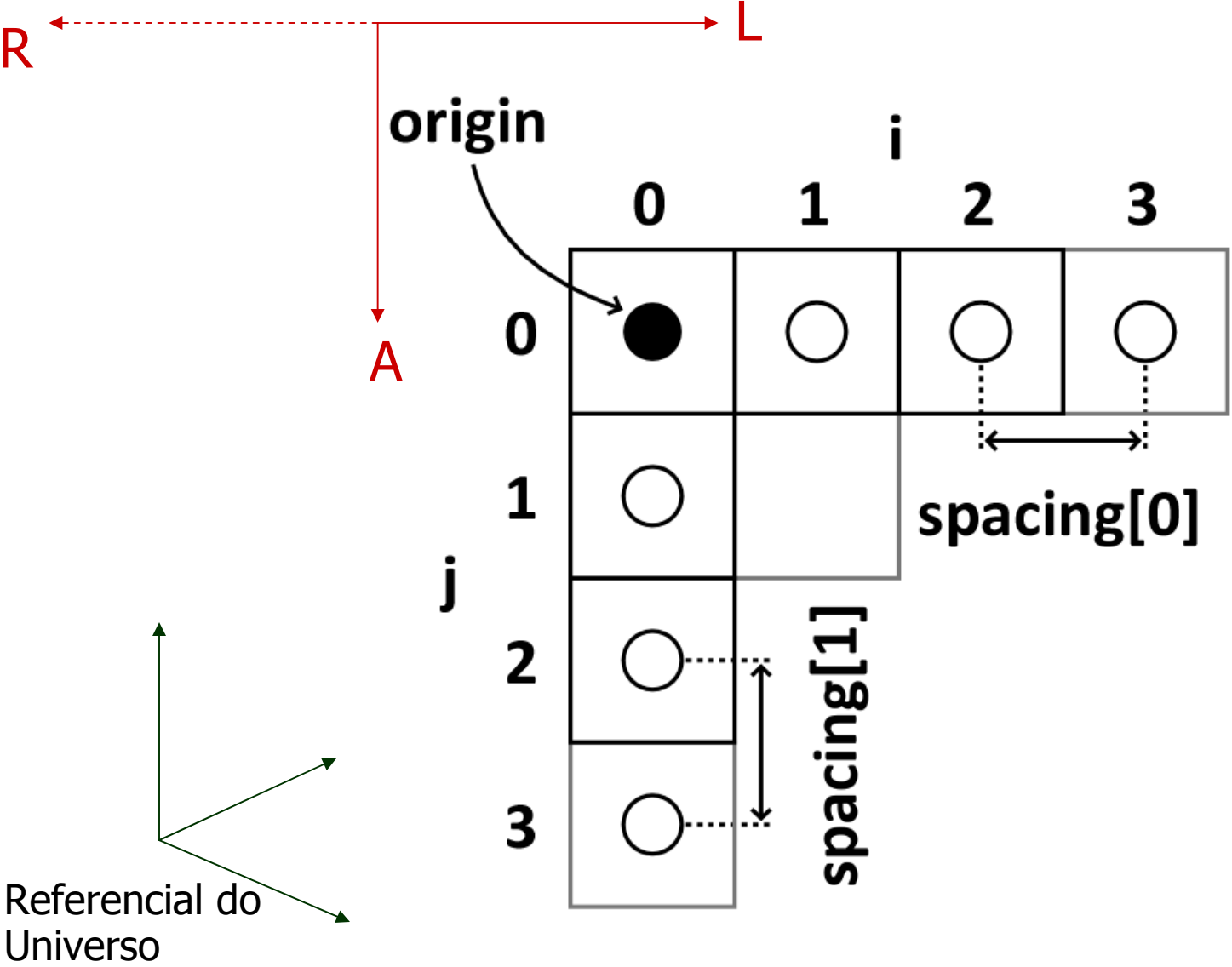
Convenção Neurológica
RAS



Convenção Radiológica
LAS

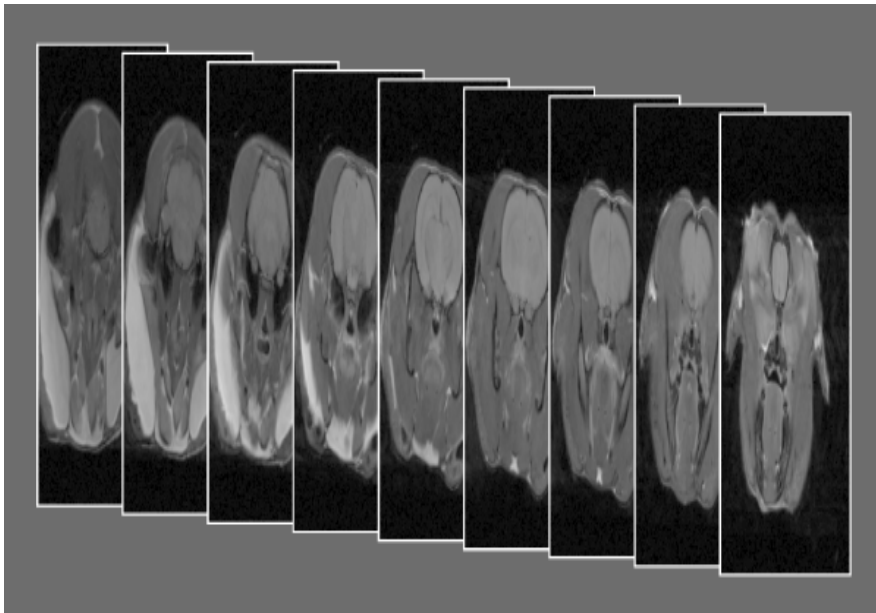


Espaço Anatômico: Discretização

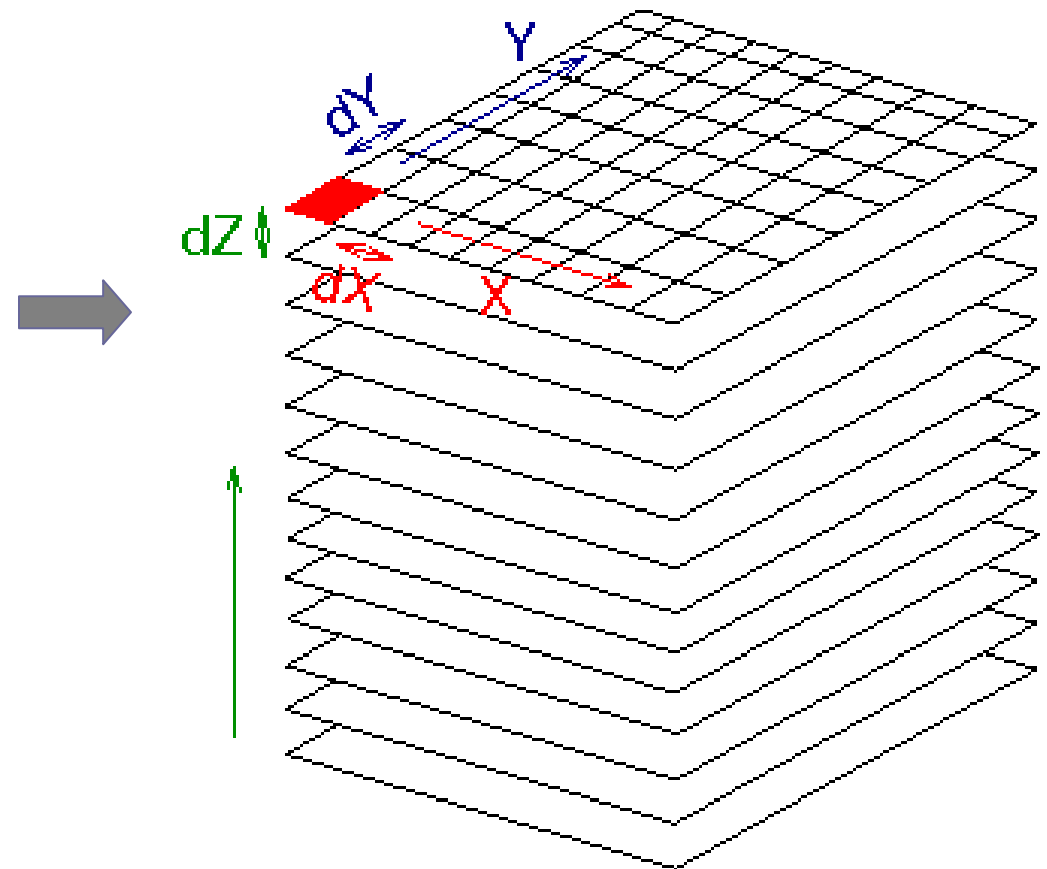


Modelo Matemático

- Volume de dados é um **arranjo tridimensional retangular** de amostras adquiridas segundo o referencial anatômico.



Fonte: <http://www.omicsonline.org/2155-9929/images/2155-9929-2-120-g001.gif>



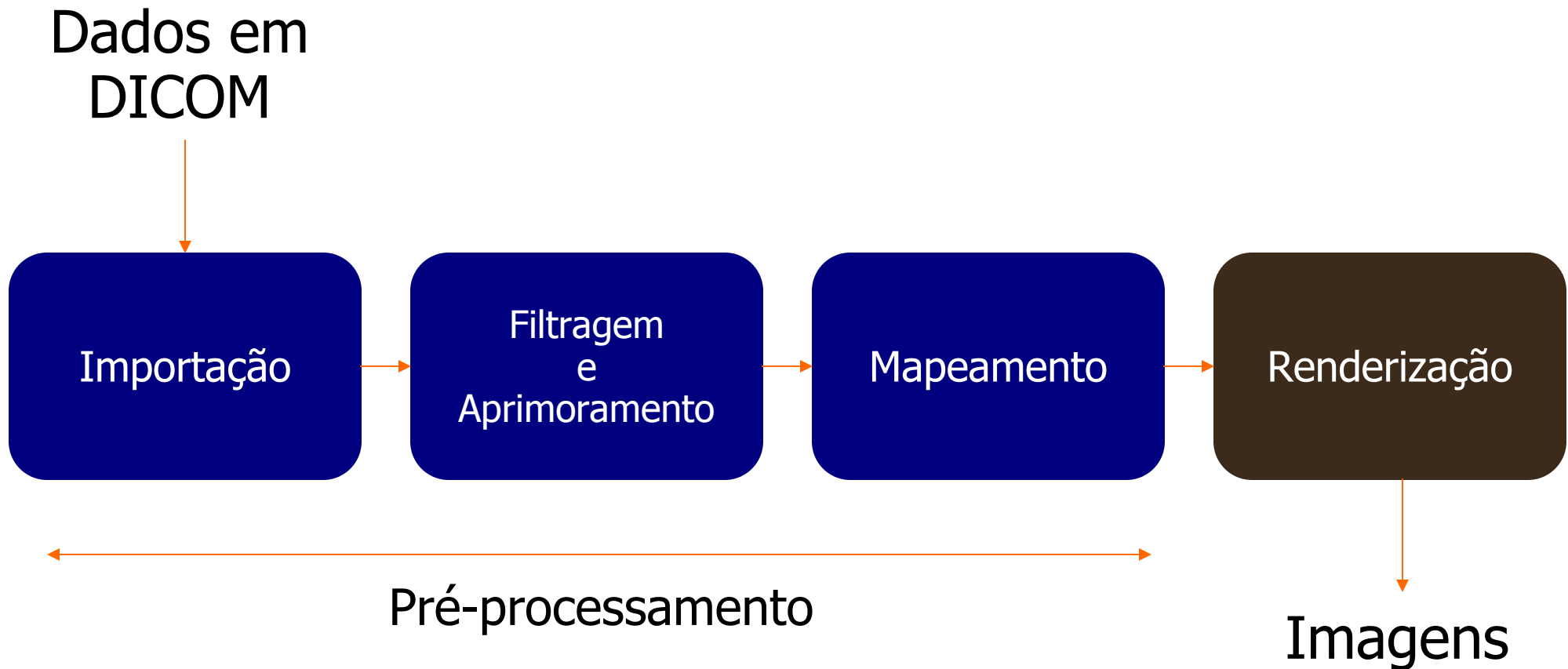
Formatos de Imagens Médicas

- Mayo-Analyze
- GIPL: *Guys Image Processing Lab Format*
- Interfile
- NIFTI: *Neuroimaging Informatics Technology Initiative*
- DICOM: *Digital Imaging and Communications in Medicine* ←
- *Flat Image Format*

<http://www.nf.mpg.de/vinci3/doc/image-formats.html>

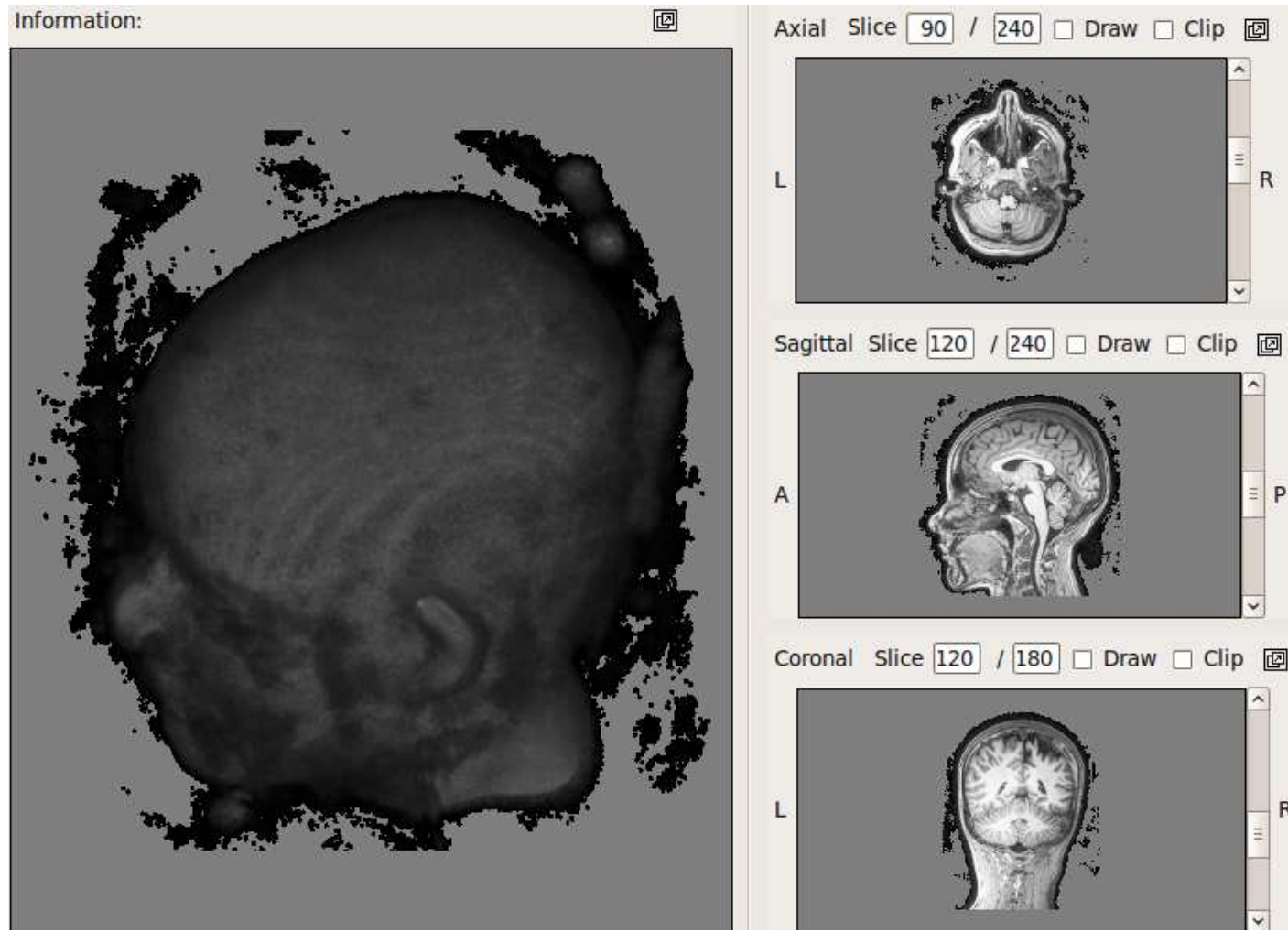


Fluxo de Visualizador Clínico

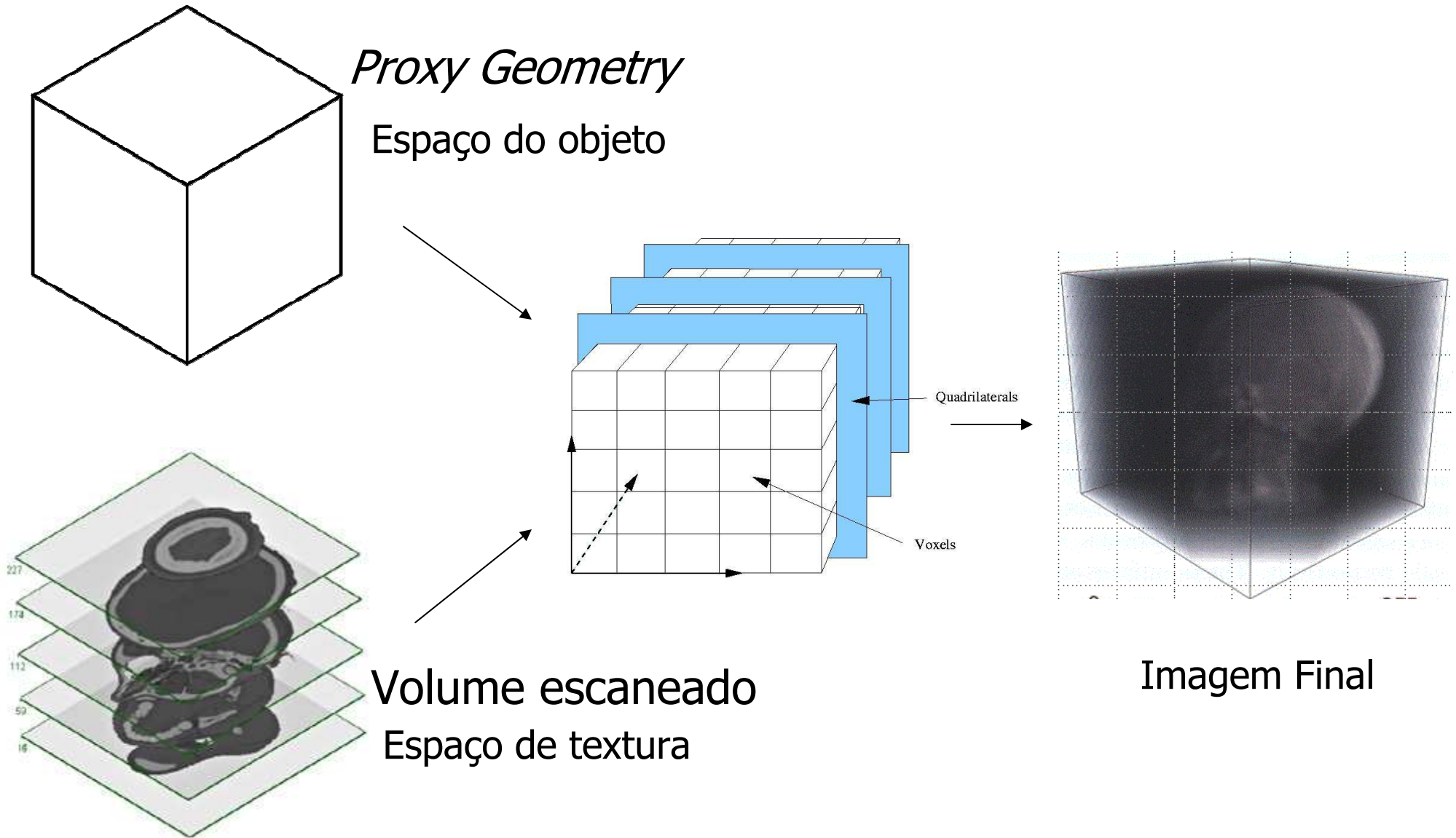


Técnicas de Renderização: MPR

- Reformatação Multiplanar

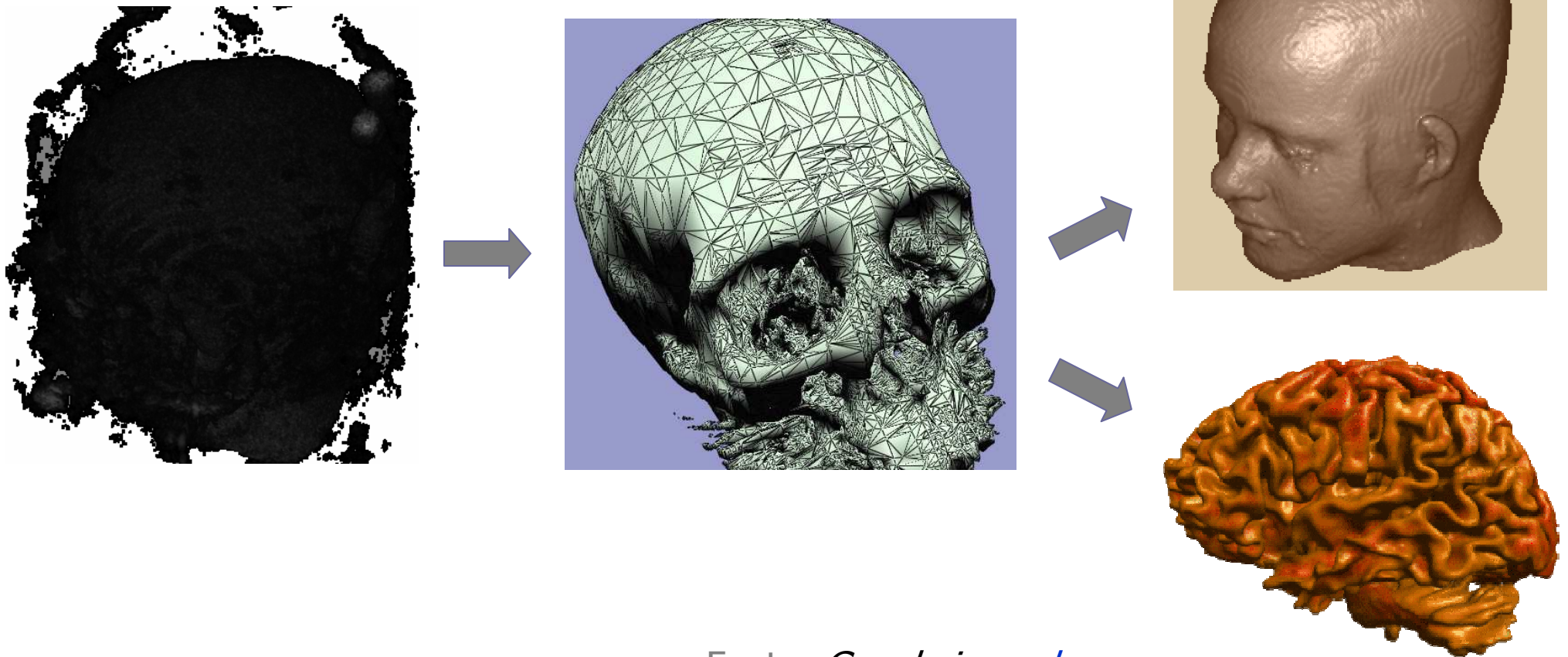


Técnicas de Renderização: Texturização 3D



Técnicas de Renderização: ISR

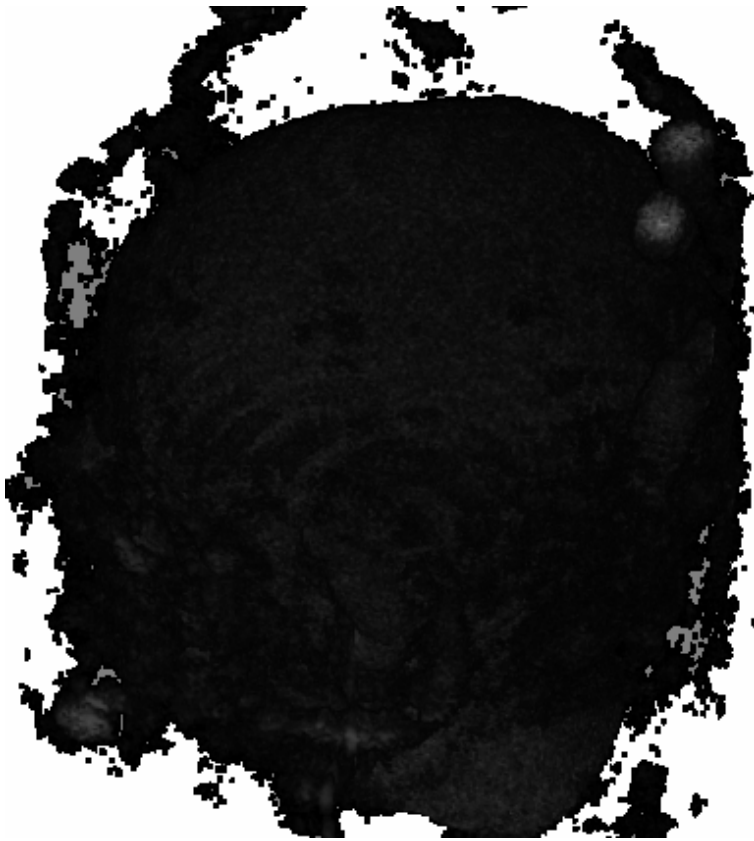
- Renderização Indireta



Fonte: [Google image!](#)

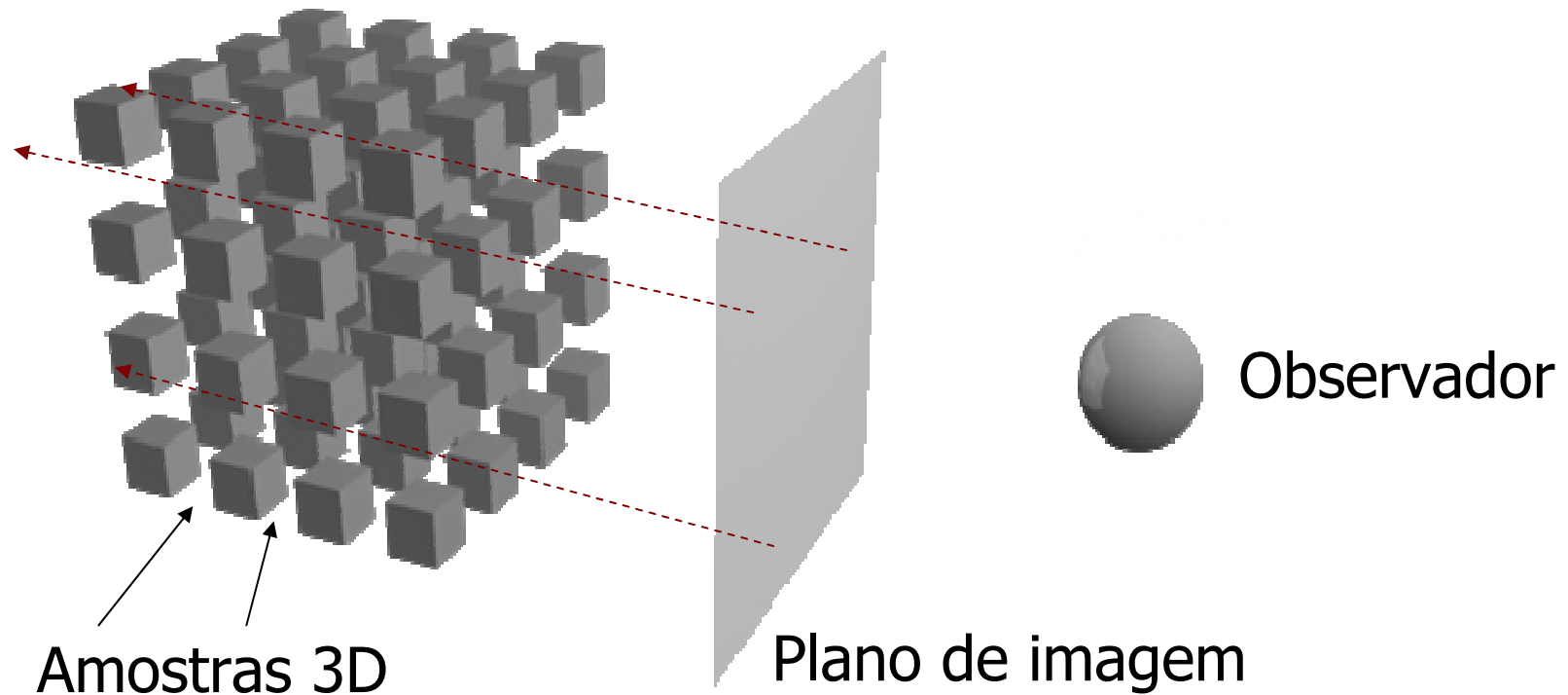
Técnicas de Renderização: DR

- Renderização Direta
 - *Direct Surface Rendering* (DSR)
 - *Direct Volume Rendering* (DVR)



DR: *Raycasting*

Lançamento de Raios

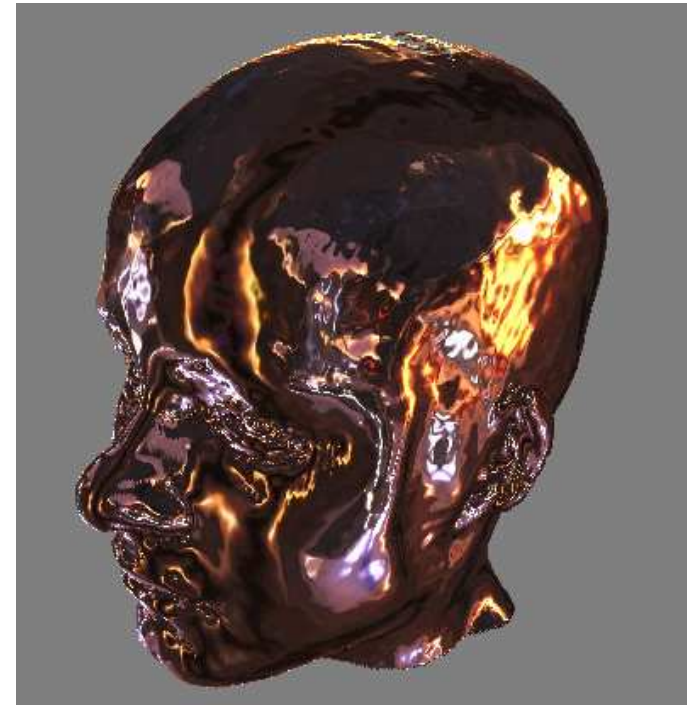
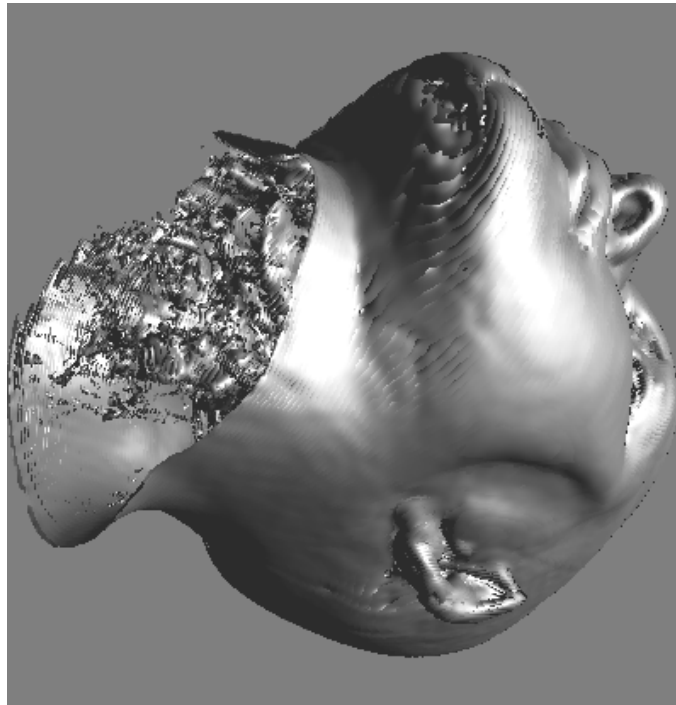


Fonte: <http://www.volviz.com/topics.php>



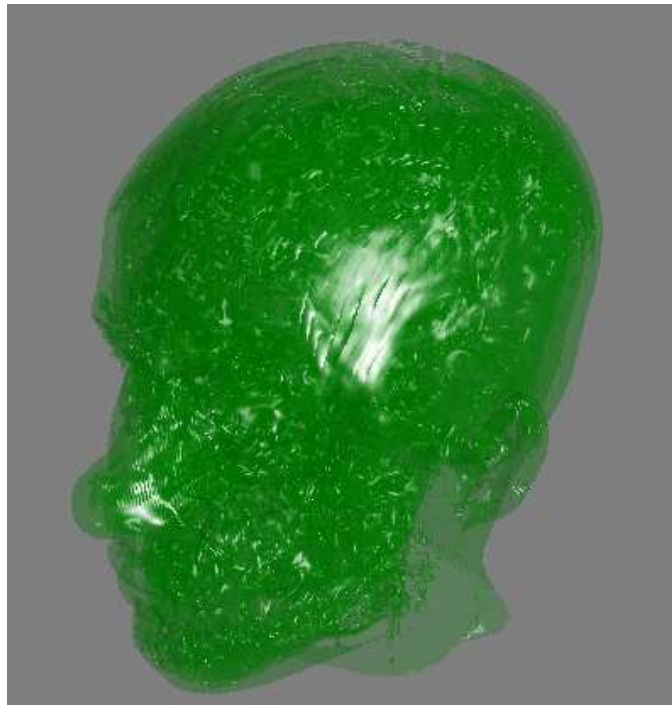
Raycasting: DSR

- Modelo de iluminação clássica em amostras visíveis
 - Gradientes das intensidades \rightarrow vetor normal



Raycasting: DVR

- Composição das intensidades
 - intensidades → cor e opacidade



Técnicas de Renderização (V)

	MPR	ISR	DR
Resolução	objeto	objeto	imagem/objeto
Reamostragem	Sim	Sim	Sim
Renderização	Orientada a superfície	Orientada a superfície	Orientada ao volume
Percepção Espacial	Não	Sim	Sim
Estruturas internas	Cortes planares	Não	Cortes arbitrários
Medidas	Orientadas aos planos	Orientadas a superfície	Orientadas ao volume



Organização do Minicurso

- Protocolo de diagnóstico de displasia cortical focal
- Modelo matemático de neuroimagens e técnicas de renderização
- Tecnologia de renderização: GPUs
- Estado-de-arte de visualização de neuromagens
- Implementação de ferramentas de interação



Requisitos de Aplicativos

- Renderização: Versão de **OpenGL** ≥ 2.0
 - C++
 - `std::cout << "OpenGL version supported by this platform: " << glGetString(GL_VERSION) << std::endl;`
- Interface Gráfica do Usuário: **GLUT**
 - <http://www.opengl.org/resources/libraries/glut/>
 - https://users.cs.jmu.edu/bernstdh/web/common/help/cpp_mingw-glut-setup.php
 - <http://sujatha-techie.blogspot.com.br/2008/10/glsi-with-mingw.html>
- Importação de DICOM: **GDCM**
 - <http://www.creatis.insa-lyon.fr/software/public/Gdcm/Main.html>

