IA369E

Tópicos em Engenharia de Computação VI

Segundo Semestre de 2013

Funções de Transferência

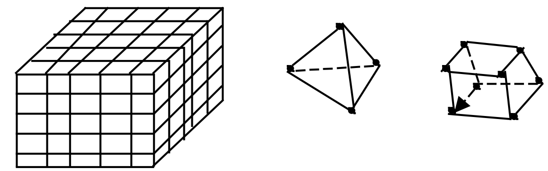
Profa. Ting

Fluxo de Visualização

sensores | simulacões | Base de dados

↓

"raw data"



filtragem →

↓

dados de interesse

mapeamento →

↓

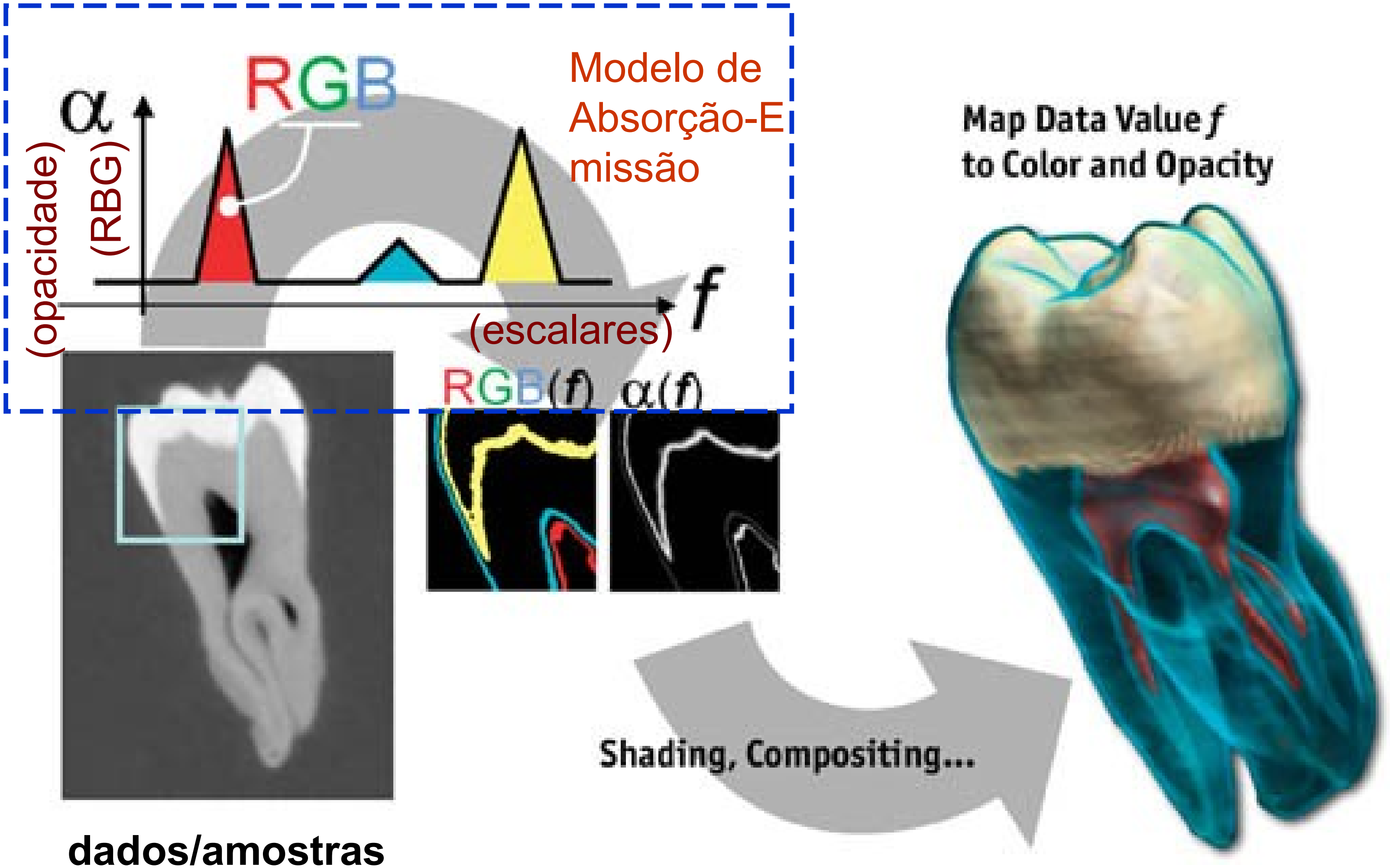
Primitivas gráficas

renderização →

↓

imagens

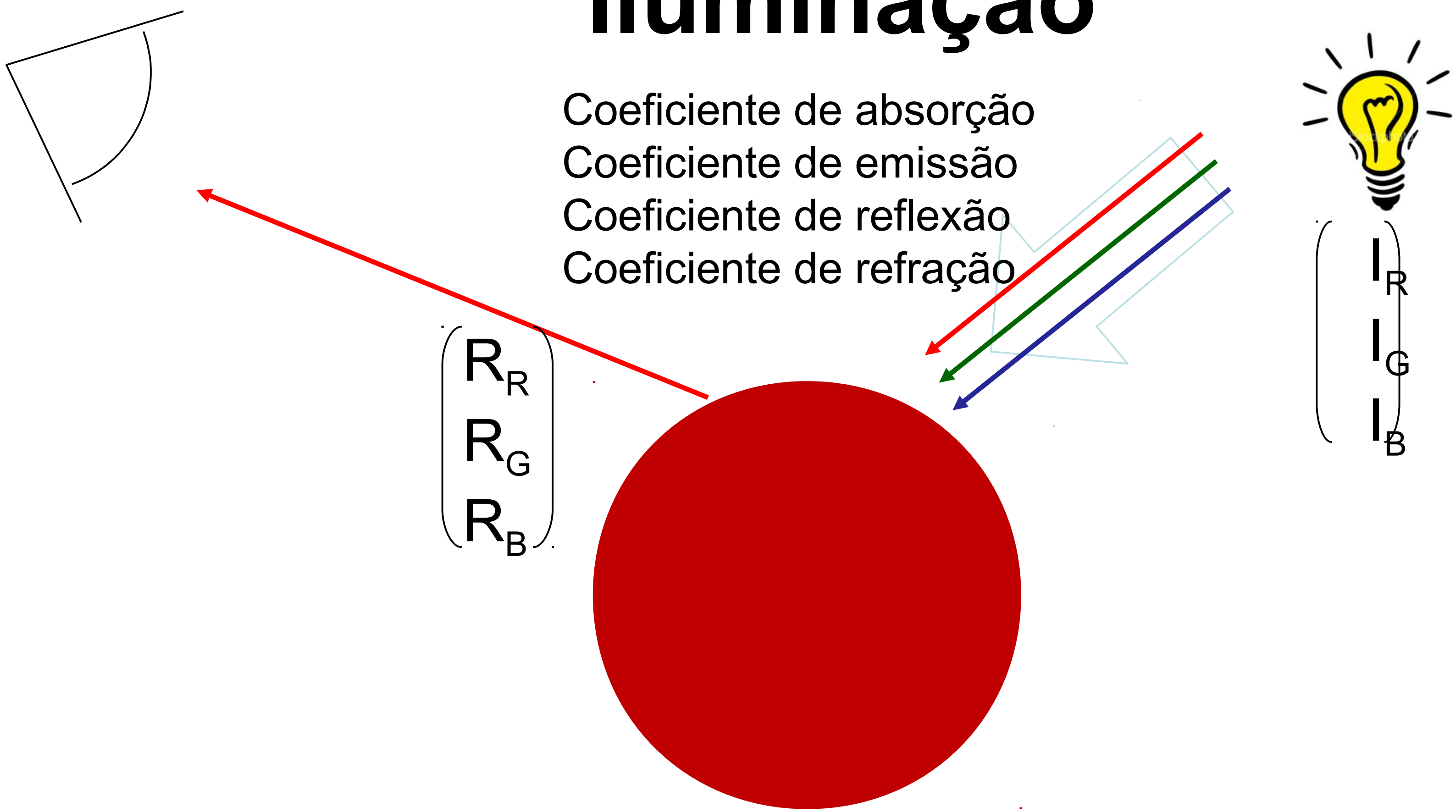
Renderização Direta



dados/amostras

http://http.developer.nvidia.com/GPUGems/gpugems_ch39.html

Renderização via Modelos de Iluminação

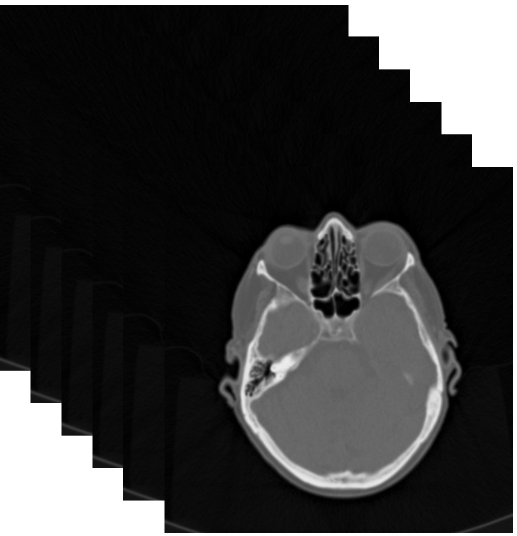


Propriedade óptica do material???

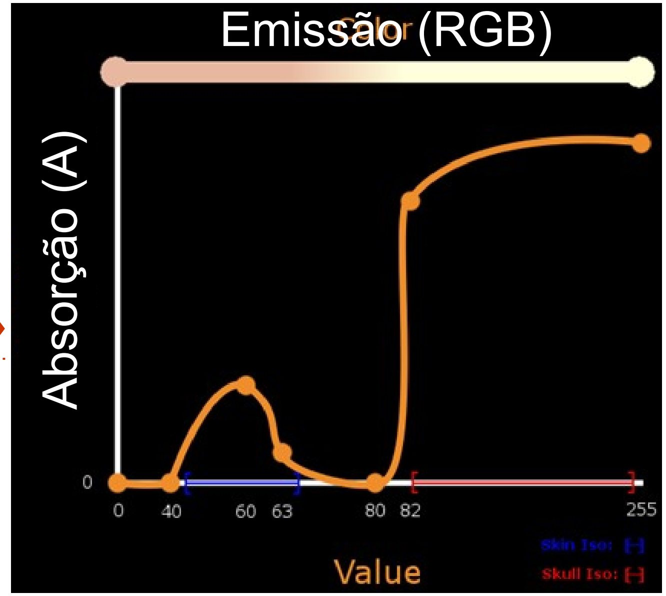
Função de Transferência

http://graphicsrunner.blogspot.com/2009/01/volume-rendering-102-transfer-functions.html

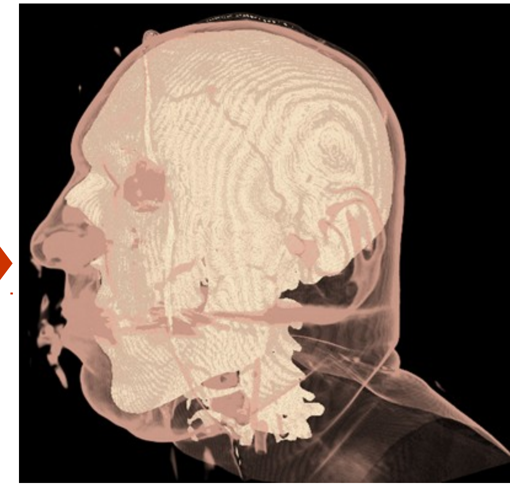
Caracterísitcas Ópticas



Dados de interesse



Valores (escalares) dos dados

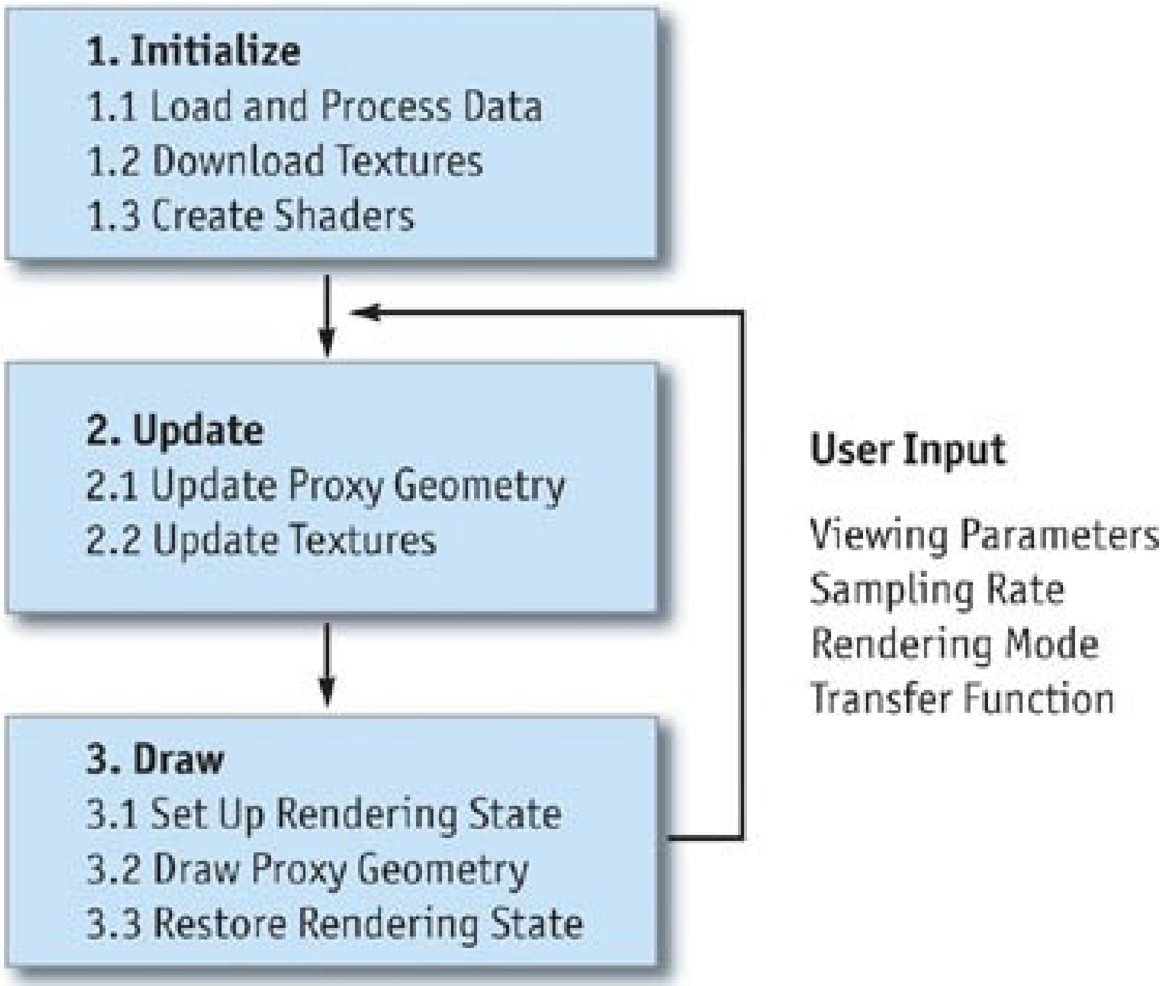


Valor escalar → reflectância, translucência, emissividade

Mapa de Cores
(*look-up table*)

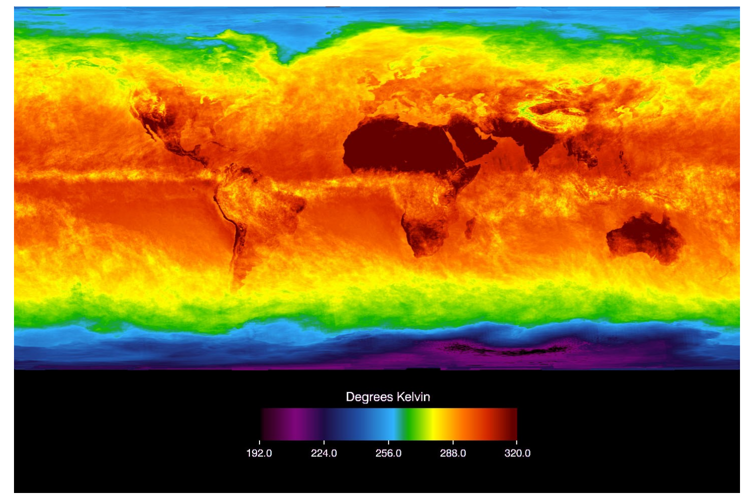
Desejável: Distinguir variações abruptas; exibir as transições entre regiões de forma suave e permitir modificações em tempo real.

Renderização com uso de FT

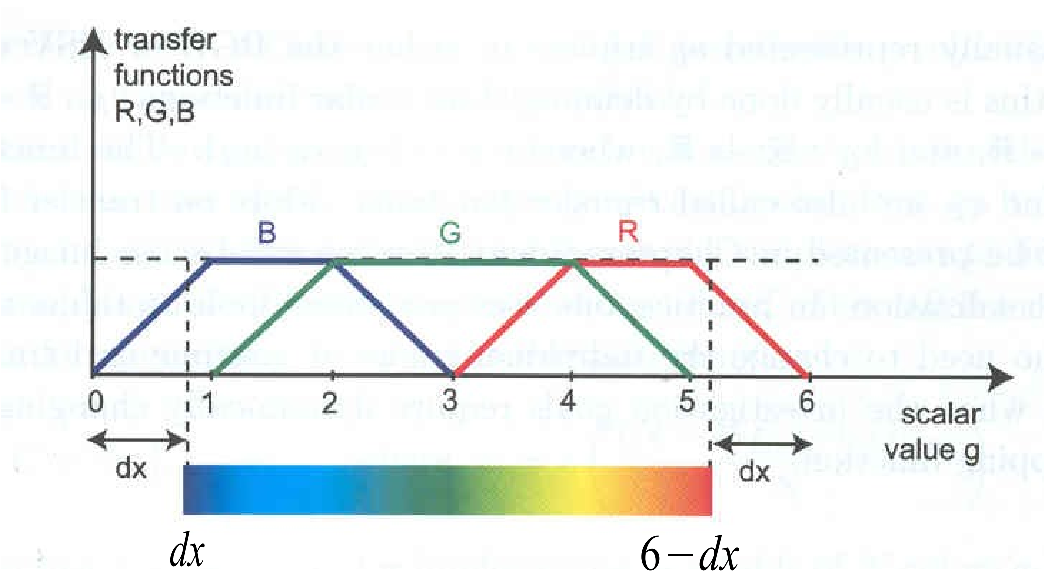


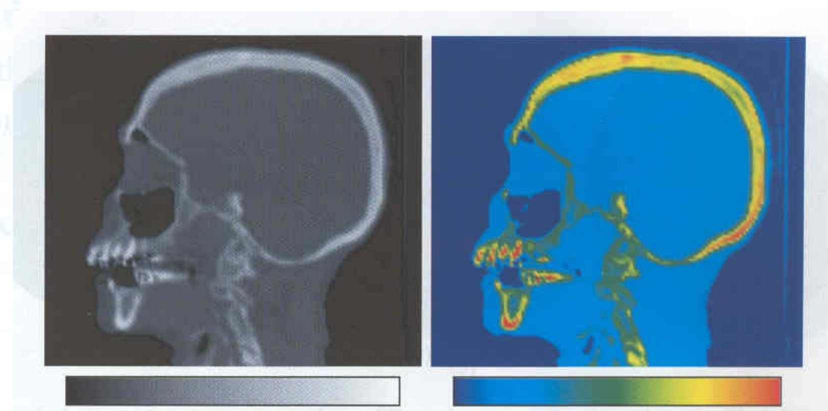
Classificação

Associação a cada voxel propriedades ópticas ou geométricas, conforme a classe a qual ele pertence.

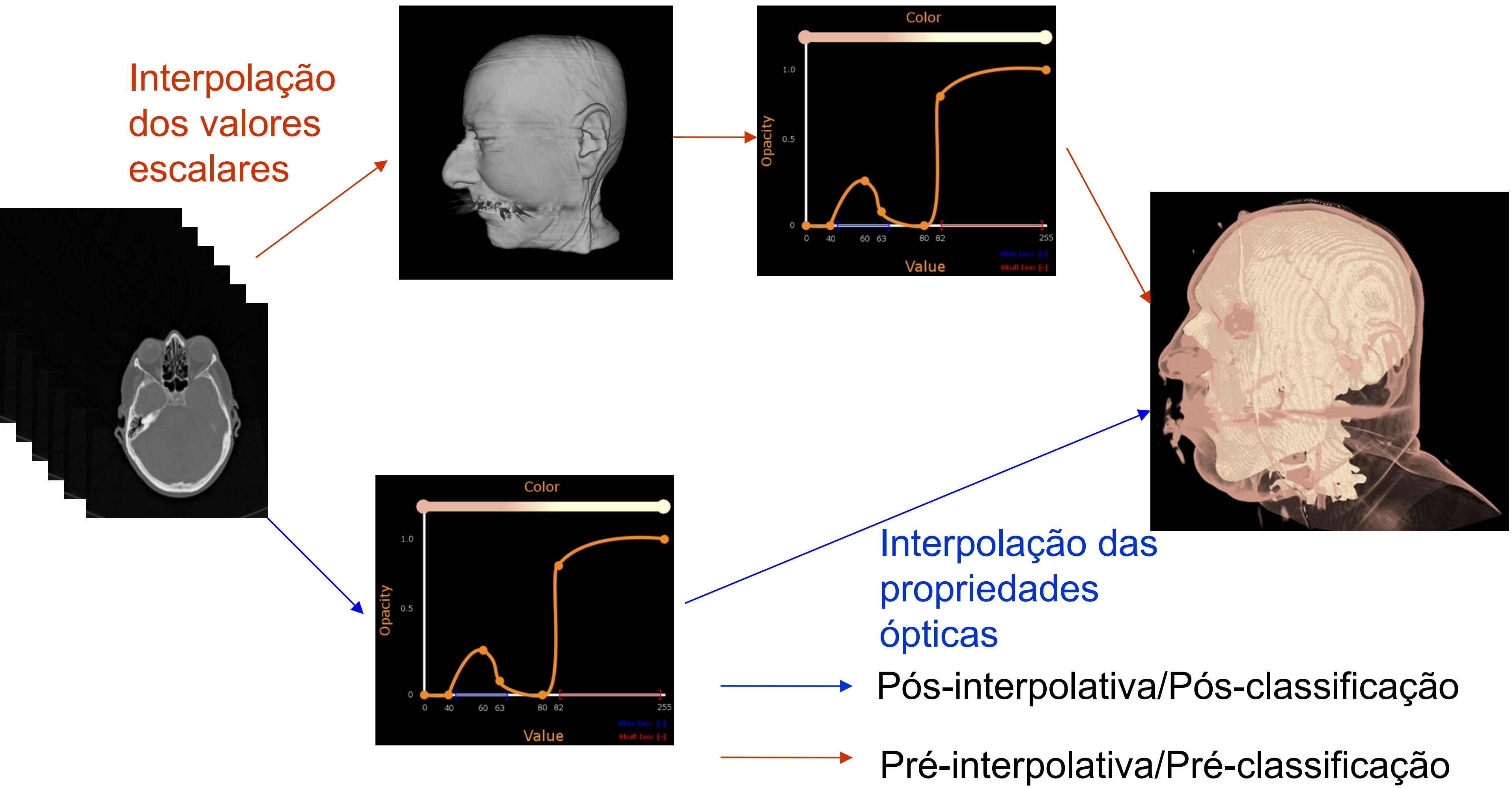


Valores escalares → (R,G,B)

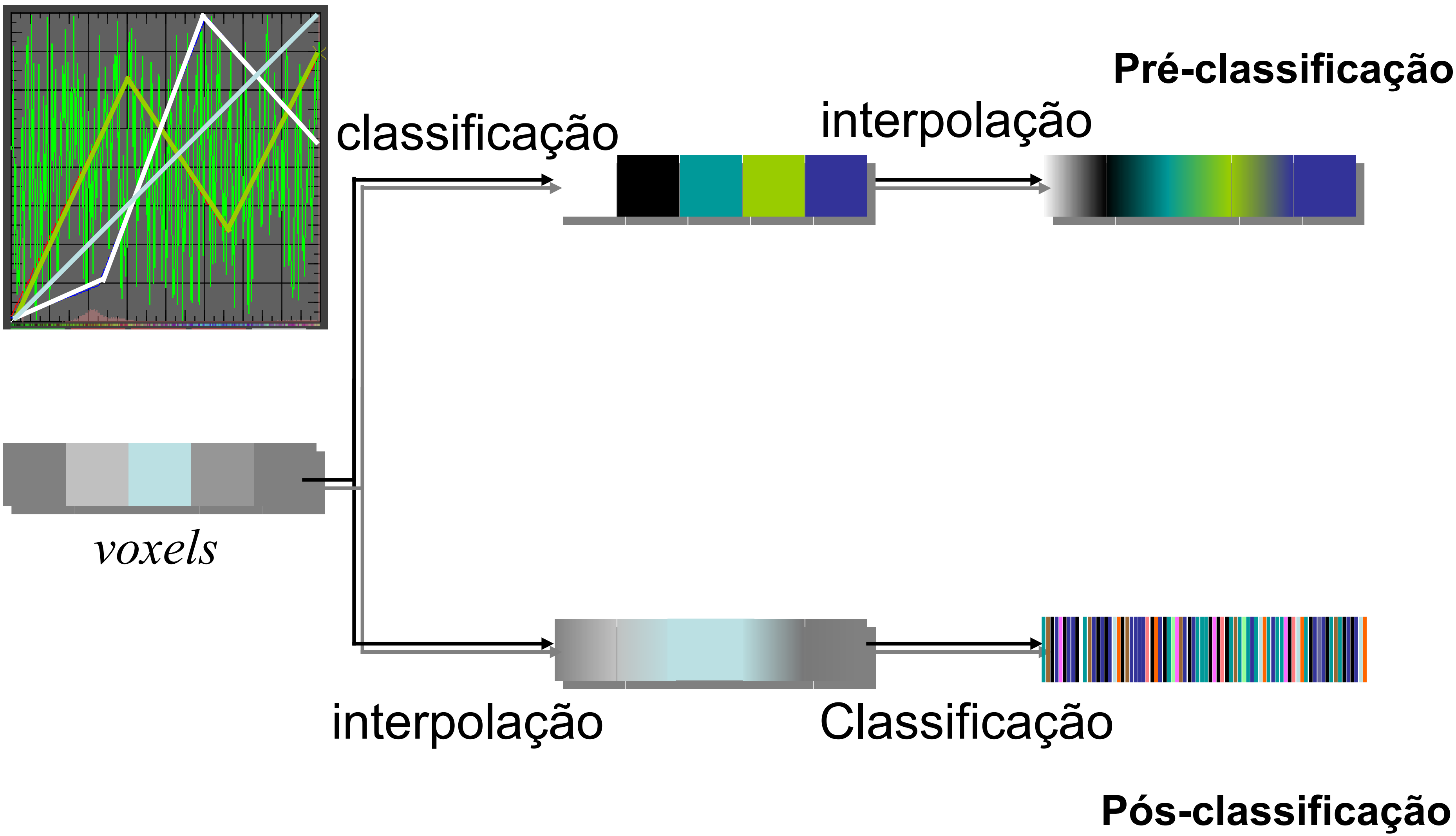




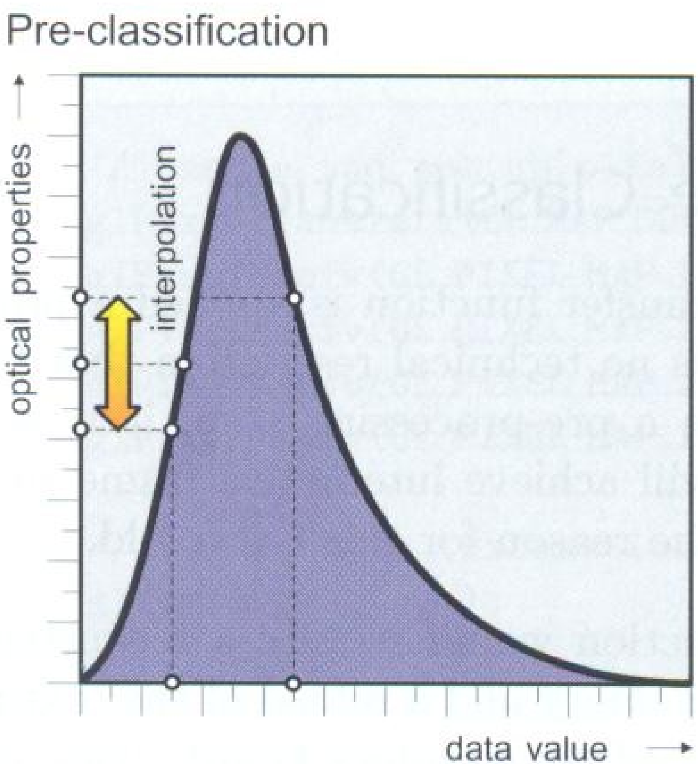
Ordem de Classificação

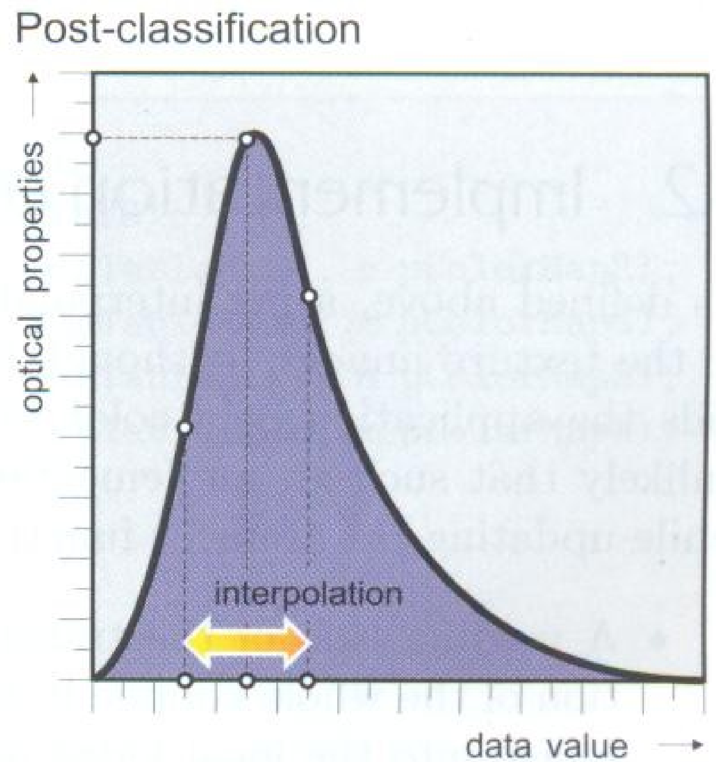


Classificação e Interpolação



Domínio da Interpolação

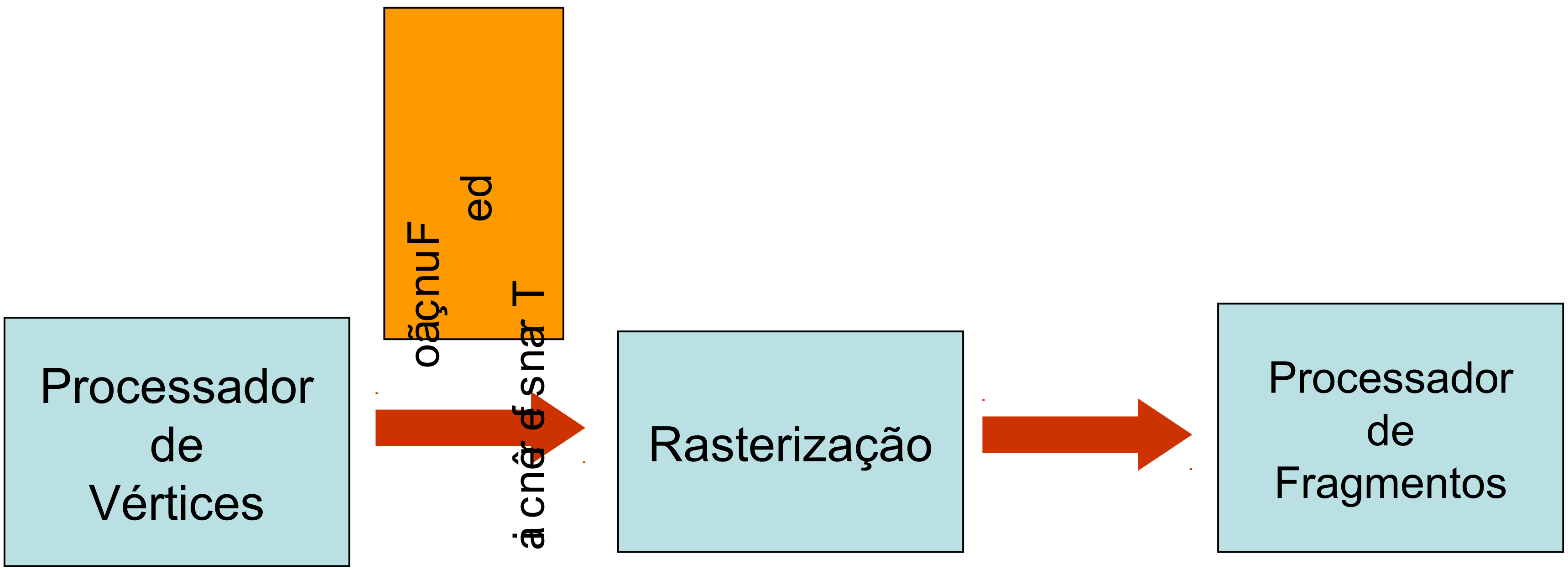




- Suporte por GPU
- Classificação no espaço da imagem
- interpolar por filtragem de textura

- Suporte por GPU programável
- Classificação no espaço do objeto
- Interpolar os valores escalares → Reconstruir volume de dados para cada nova função de transferência

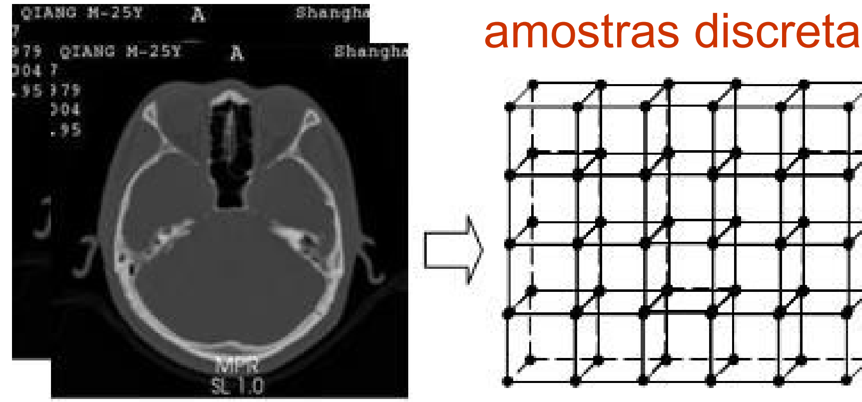
FT → Rasterização

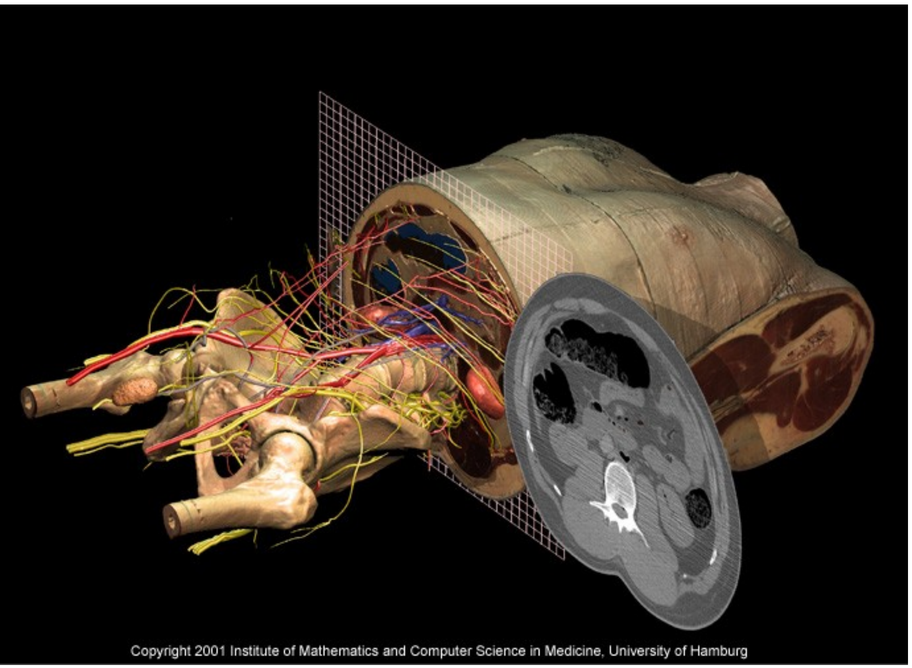


A característica óptica é determinada para cada *voxel.*

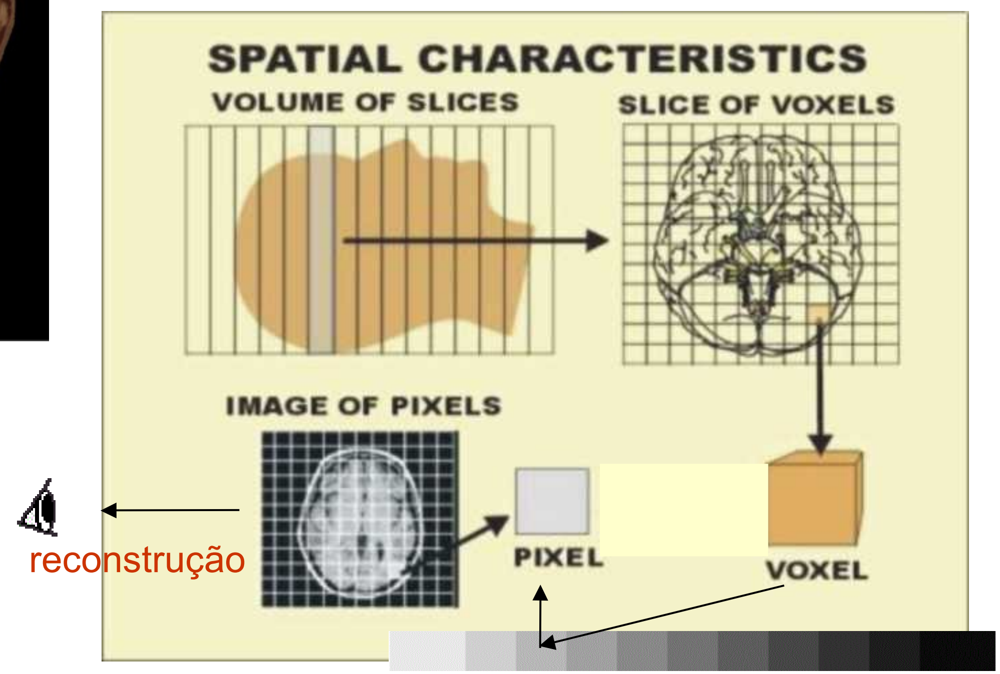
Pré-Classificação

Cada fatia em amostras discretas



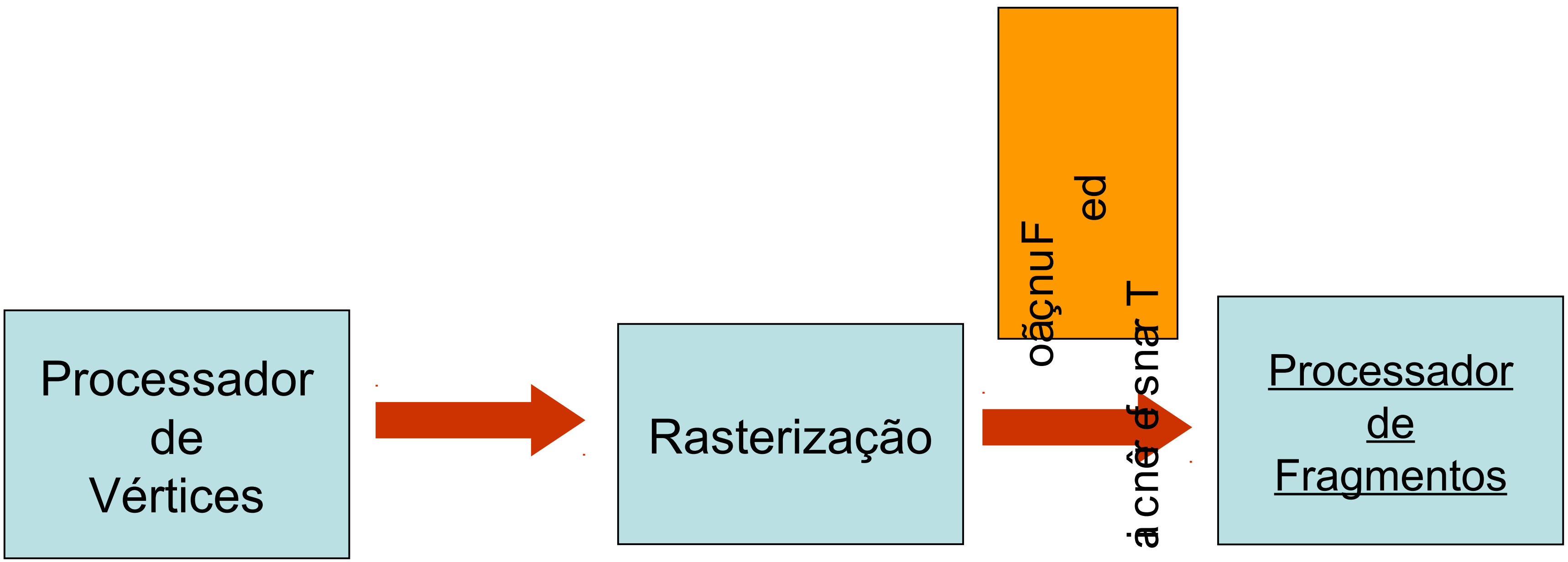


Amostragem em fatias na aquisição



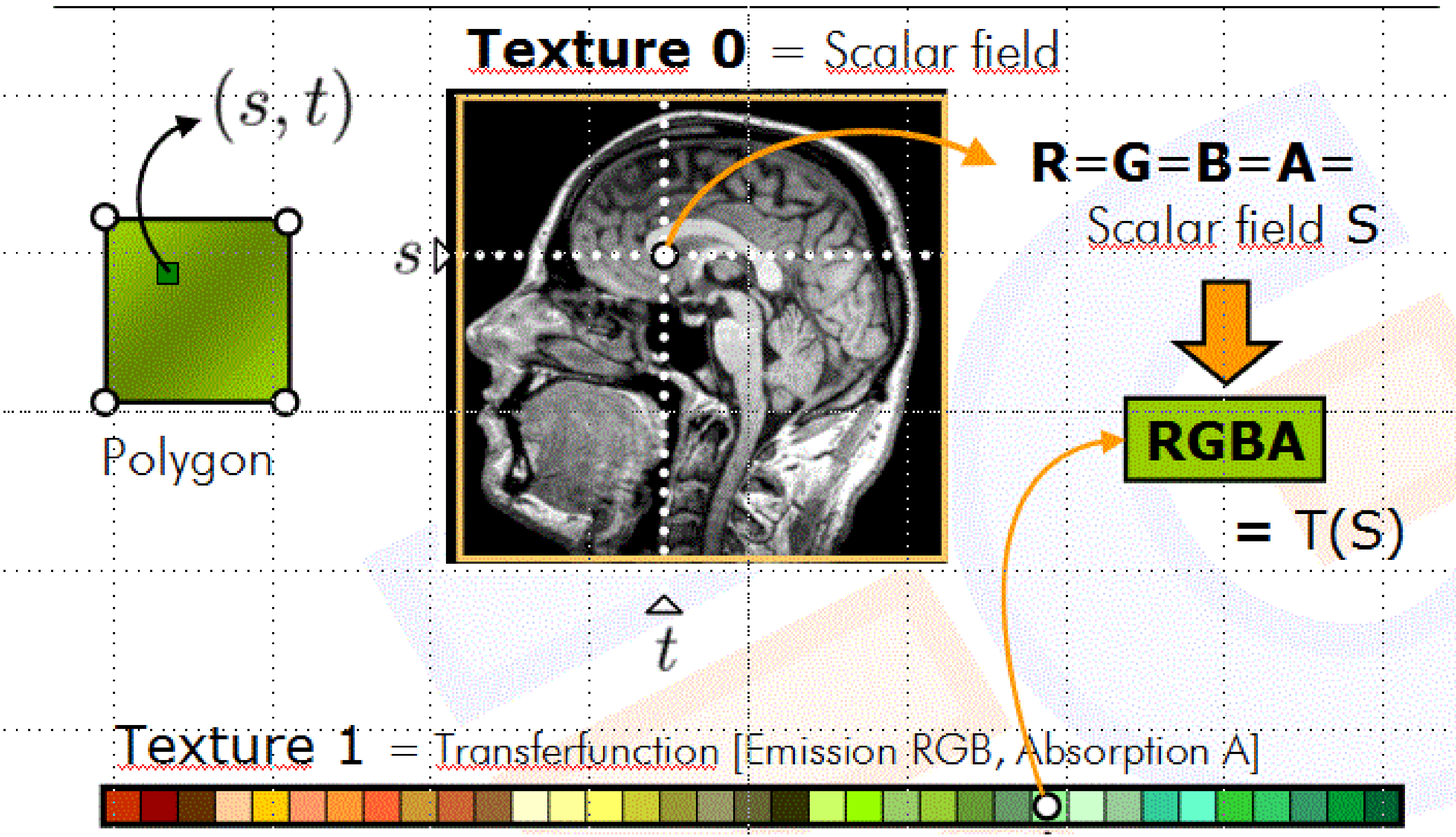
função de transferência discretizada

Rasterização → FT



A característica óptica é determinada para cada fragmento

Texturas Dependentes



Código: Texturas Dependentes

Fragment Shader em GLSL

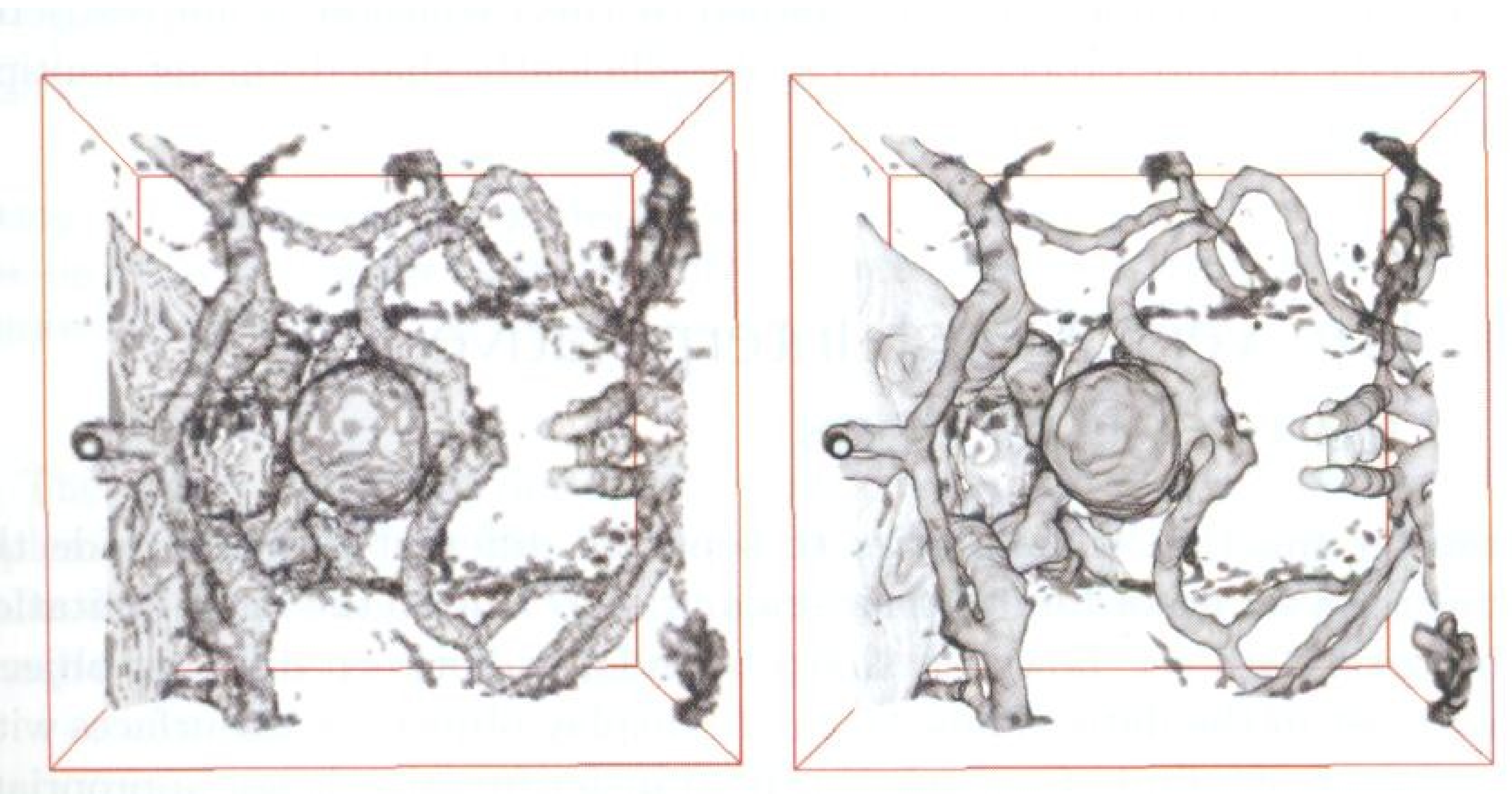
```
void main(void){
    vec4 tex, scalar, src;
    //Lookup new scalar value, alpha = scalar value
    tex = texture3D(VOLUME, pos.xyz).rgba;
    scalar.r = tex.a;
    //Lookup color in texture
    src = texture1D (TRANSFERFUNCTION, scalar.r).rgba;
    //Write the output color
    gl_FragColor = src;
}
```

Funções de OpenGL/GLSL

- Referência rápida:

http://www.khronos.org/files/opengl-quick-reference-card.pdf

Qualidade das imagens



Mesma função de transferência, mesma resolução, mesma taxa de amostragem

Modelo Matemático

1. Reconstrução do sinal f(x) a partir de amostras $f(k\tau)$

$$f(x) = \sum_k f(k\tau) \cdot \operatorname{sin}c\left(\frac{1}{\tau}(x - k\tau)\right)$$

http://www.jhu.edu/signals/discreteconv/index.html

1. Aplicação da função de transferência
   - No paradigma "Pré-classificação"

$$\sum_k T[f(k\tau)] \cdot \operatorname{sin}c\left(\frac{1}{\tau}(x - k\tau)\right)$$

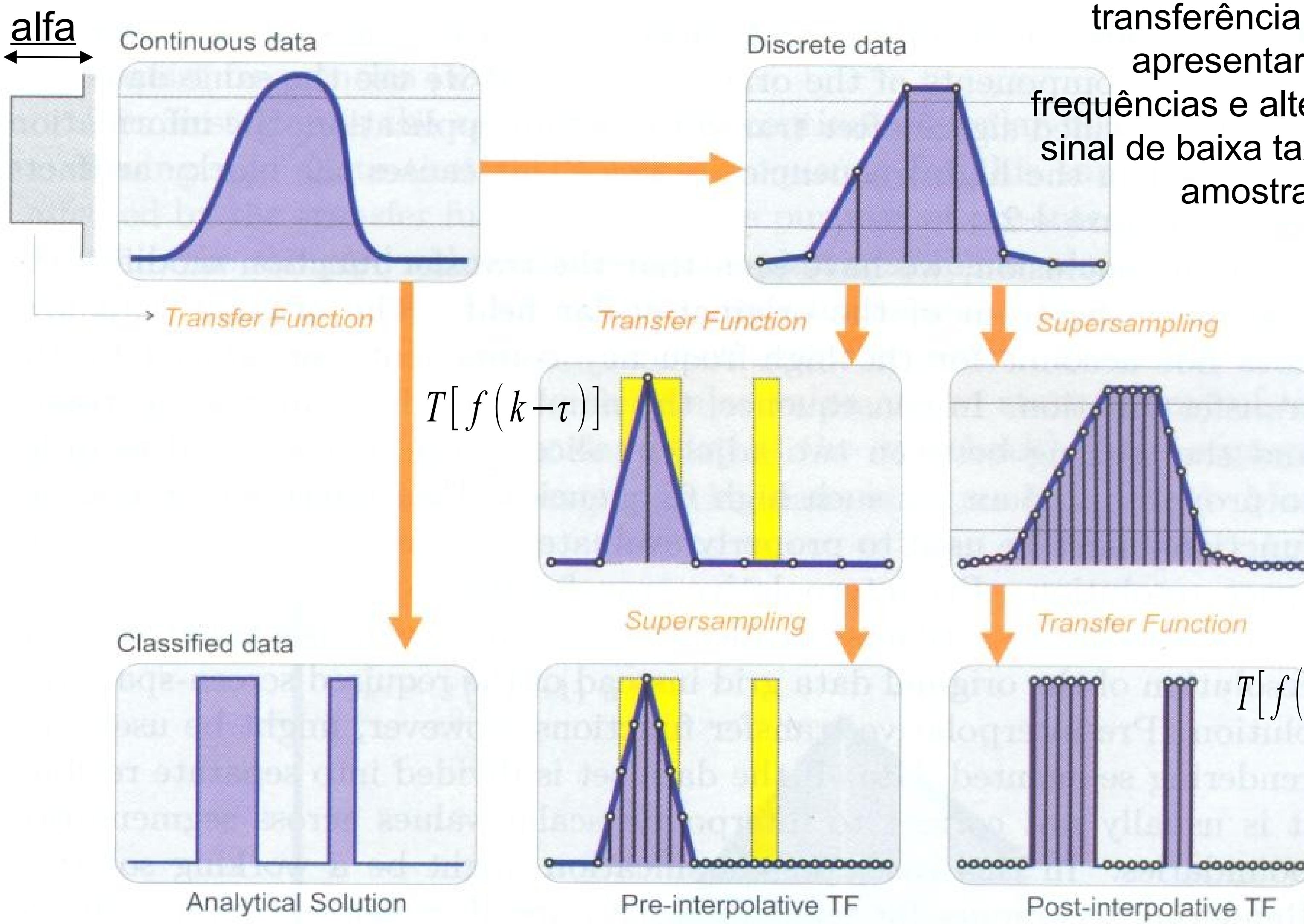
   - No paradigma "Pós-classificação"

$$T[f(x)]$$

$$T[f(x)] \neq \sum_k T[f(k\tau)] \cdot \operatorname{sin}c\left(\frac{1}{\tau}(x - k\tau)\right)$$

Análise

Função de transferência pode apresentar altas frequências e alterar o sinal de baixa taxa de amostragem.

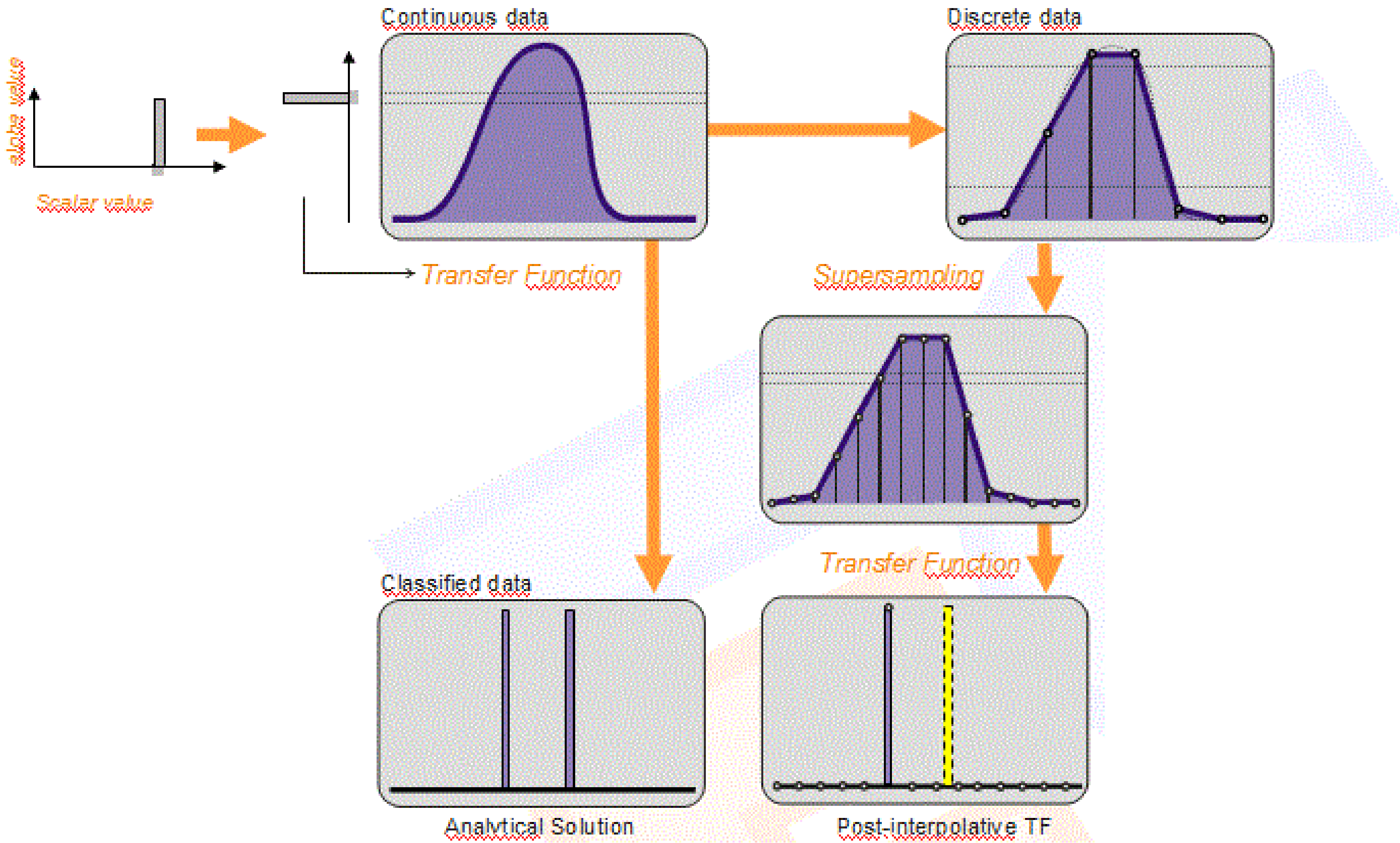


$$T[f(k-\tau)]$$

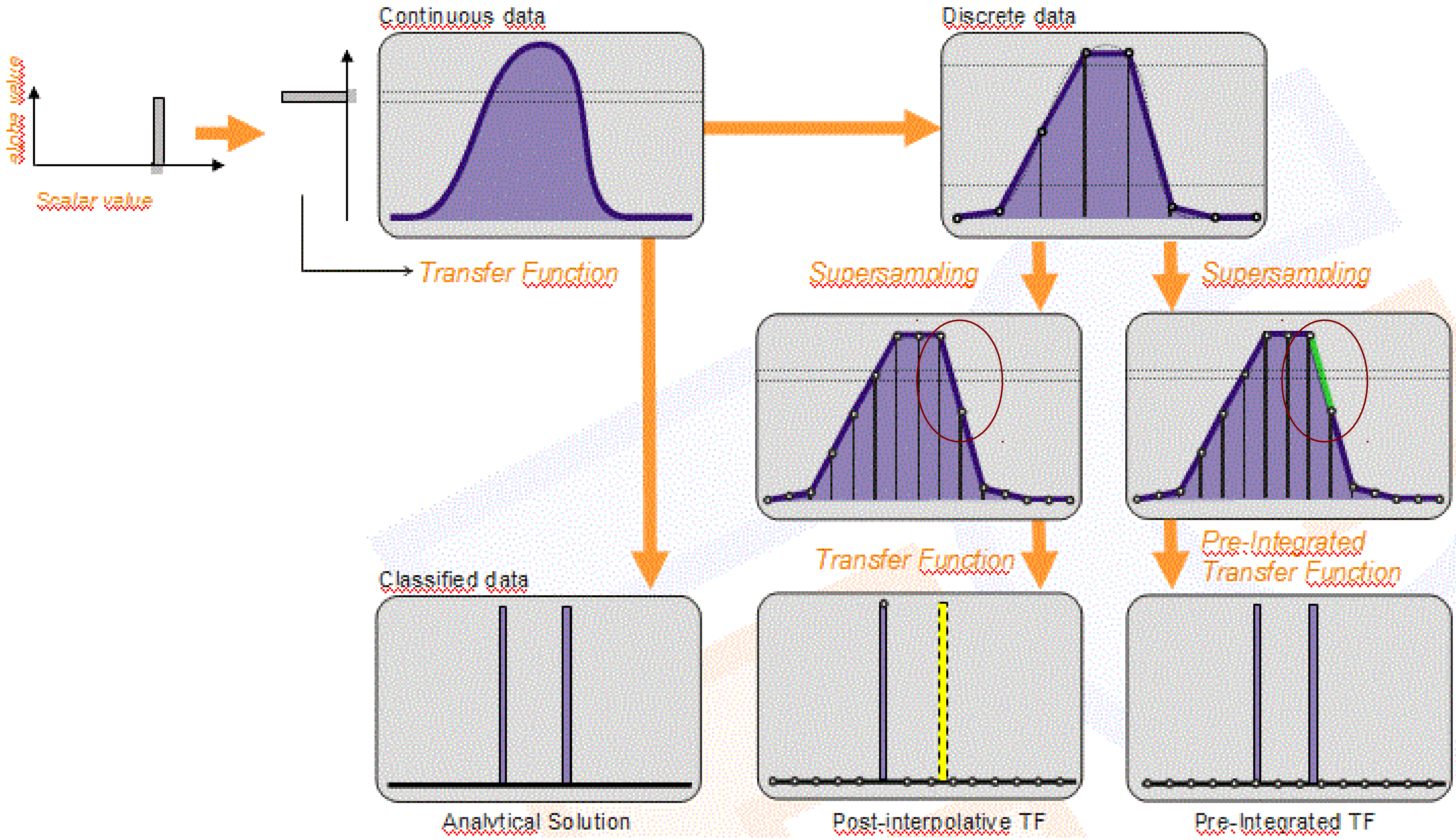
$$T[f(x)]$$

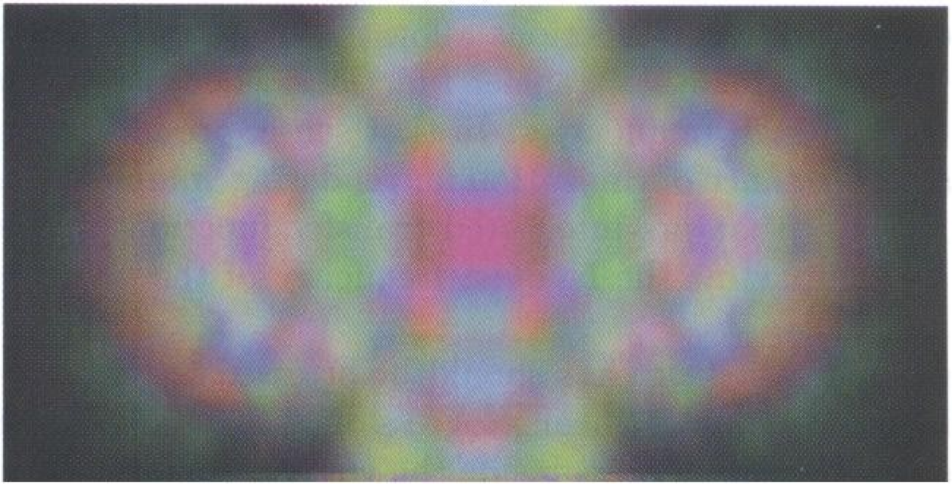
$$\sum_k T[f(k\tau)] \cdot \sin c\left(\frac{1}{\tau}(x-k\tau)\right)$$

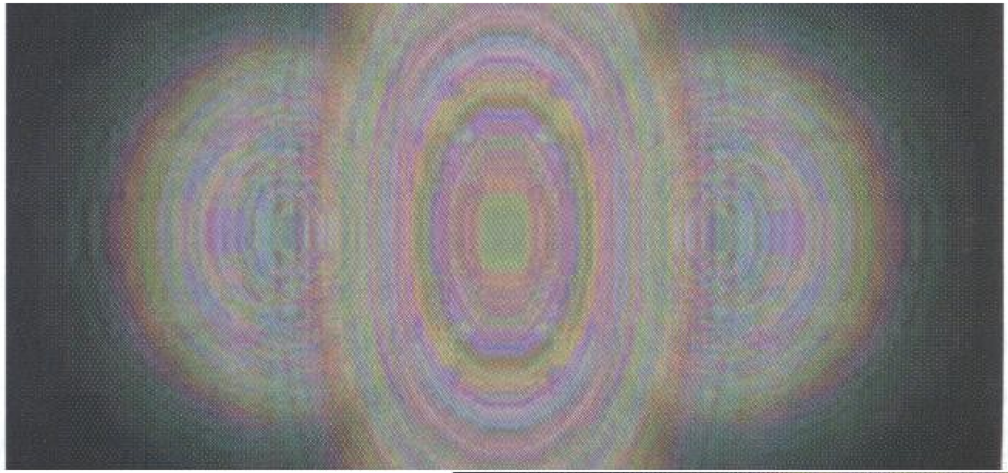
Funções com altas frequências

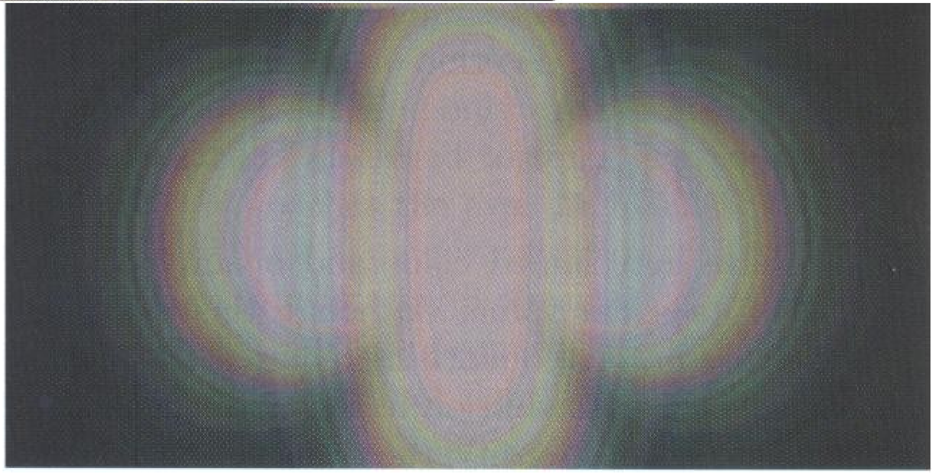


Pré-Integração





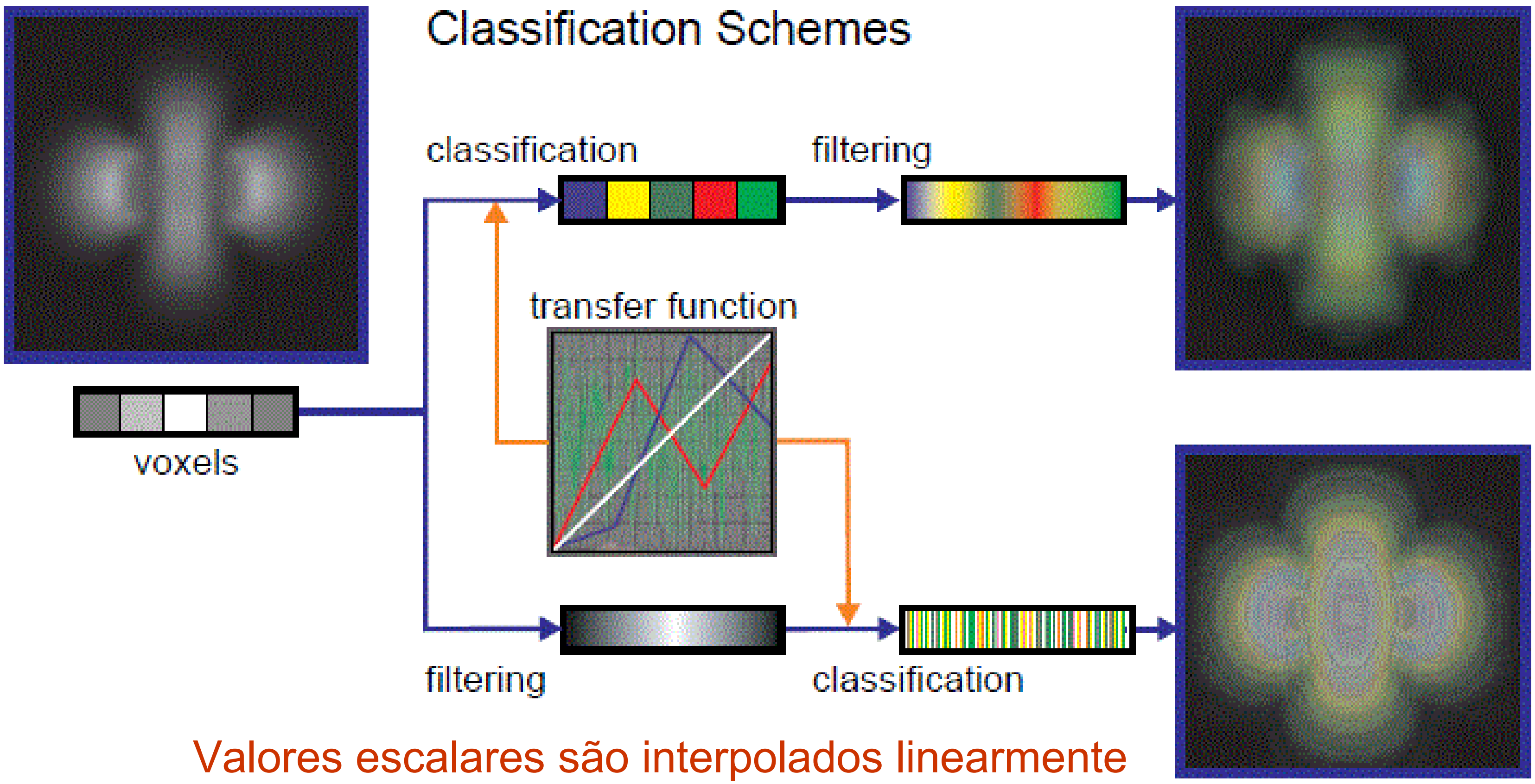




Uma Implementação

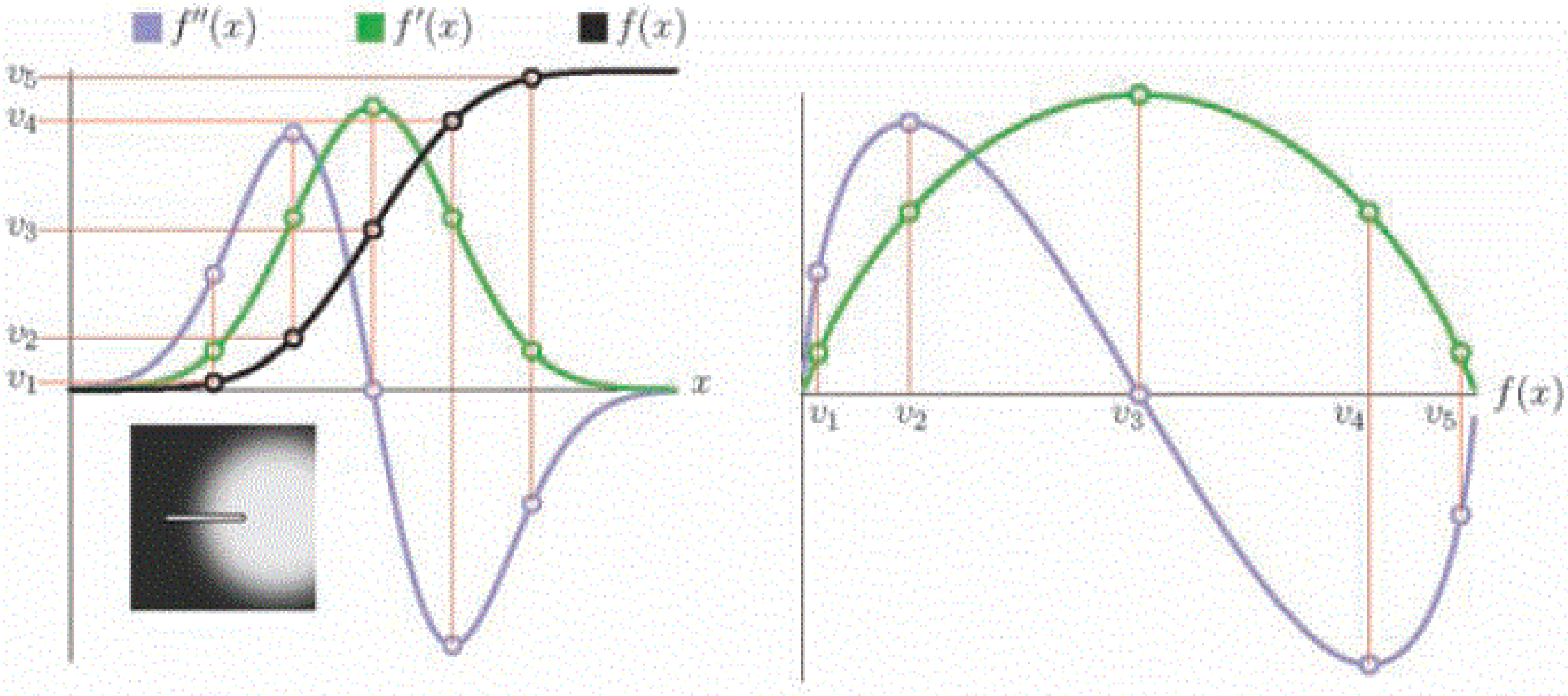
http://www.vis.uni-stuttgart.de/eng/research/fields/current/spvolren/

Classificação



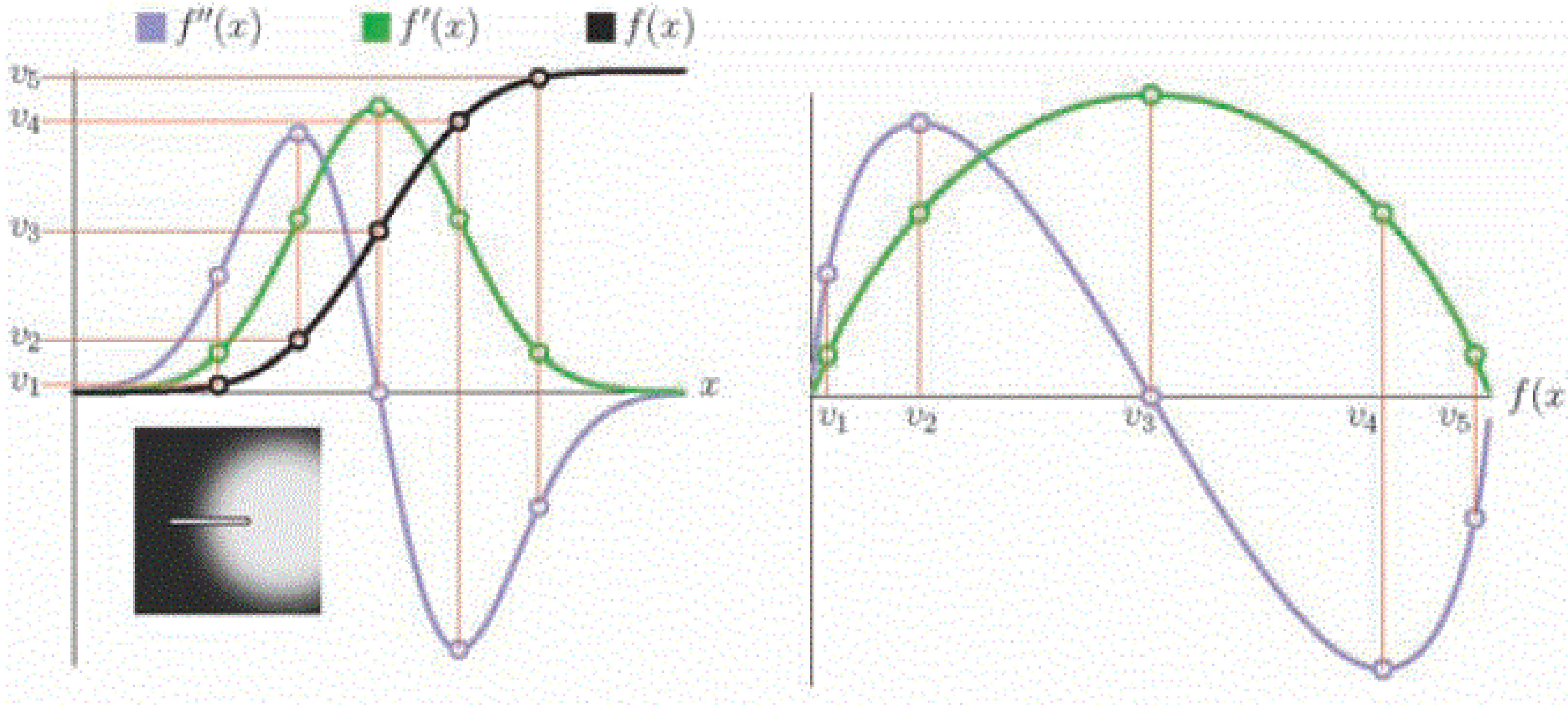
Valores escalares são interpolados linearmente
Equipamentos tem resolução limitada
Discontinuidades ⇔ altas frequências
↓
Gradiente dos valores escalares e suas derivadas

Função Escalar e 1a. Derivada Direcional



$$f'(x) = D_{\frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}} f = \nabla f \cdot \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} = \vec{g} \cdot \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} = \frac{|\vec{g}|^2}{|\vec{g}|} = |\vec{g}|$$

Função Escalar e 2a. Derivada Direcional



$$f''(x) = D_{\frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}}\left(\nabla f \cdot \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}\right) = D_{\frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}} \nabla f \cdot \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} + \nabla f \cdot D_{\frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}} \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} = D_{\frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}} \vec{g} \cdot \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} + \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} \cdot D_{\frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}} \vec{g}$$

$$= 2\left(\frac{\vec{g}^T}{|\vec{g}|} \cdot H(f)\right) \cdot \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|} = \frac{2}{|\vec{g}|^2} \vec{g}^T H(f) \frac{\vec{g}}{|\vec{g}|}$$

Gradiente e Hessiana

$$\vec{g} = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right)$$

$$\nabla f =$$

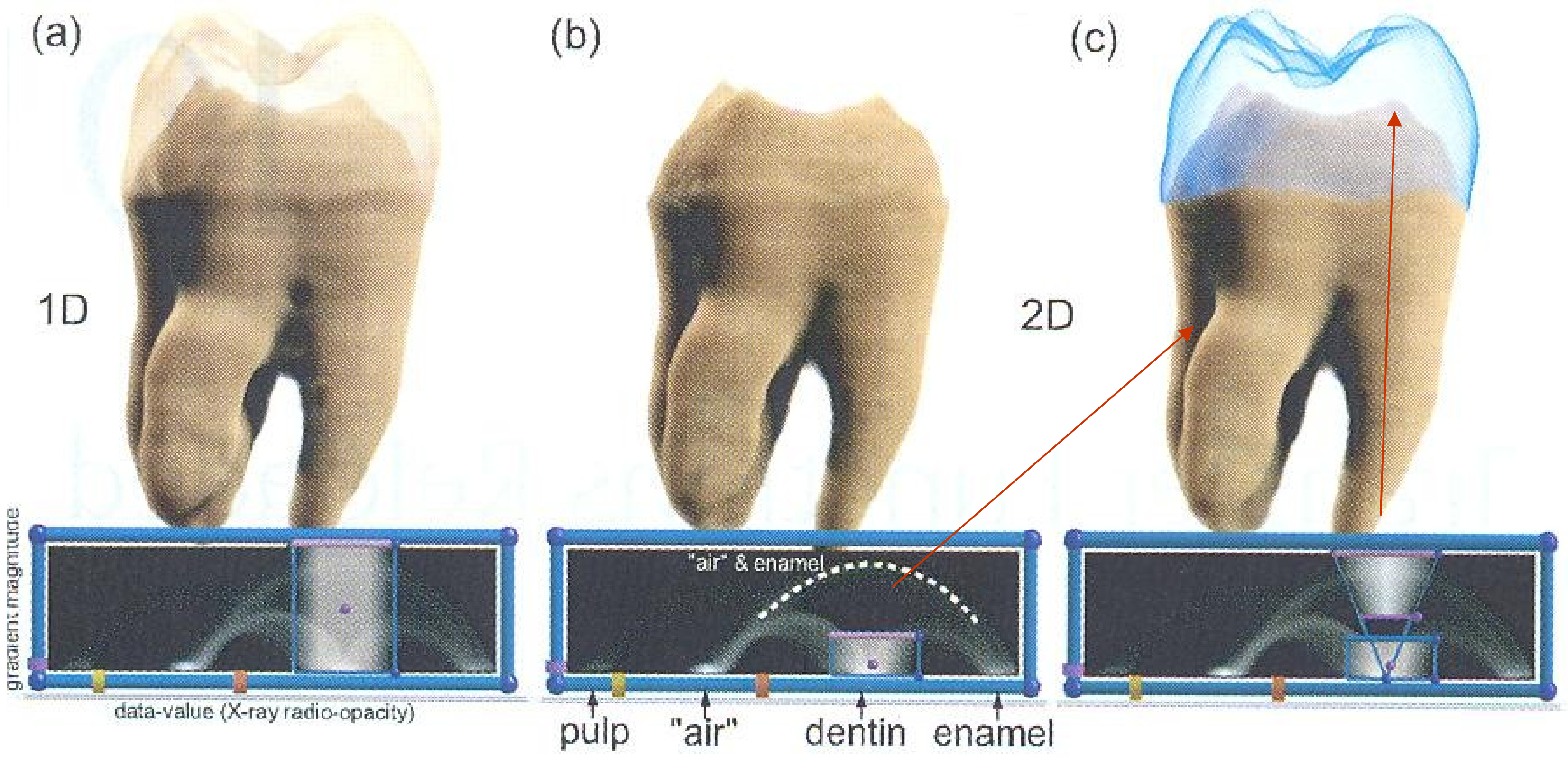
Variação dos valores escalares → identifica distintos bordos ou interfaces entre materiais.

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial^2 x} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} & \frac{\partial^2 f}{\partial^2 y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial z \partial x} & \frac{\partial^2 f}{\partial z \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial^2 z} \end{bmatrix}$$

Variação dos gradientes → identifica com precisão o limite entre dois materiais.

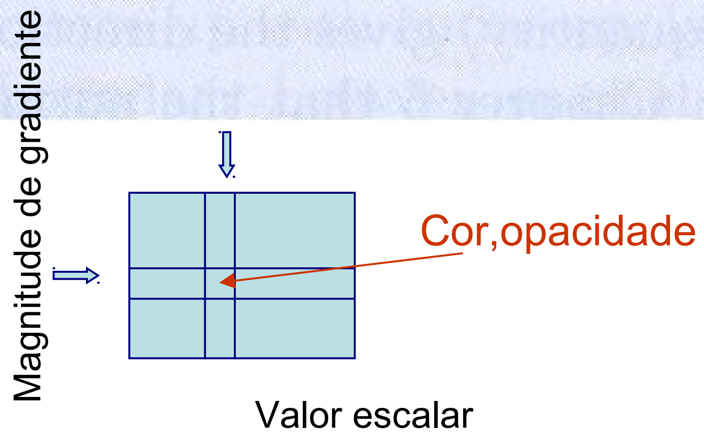
Gradientes

Valores escalares, Magnitude de Gradientes

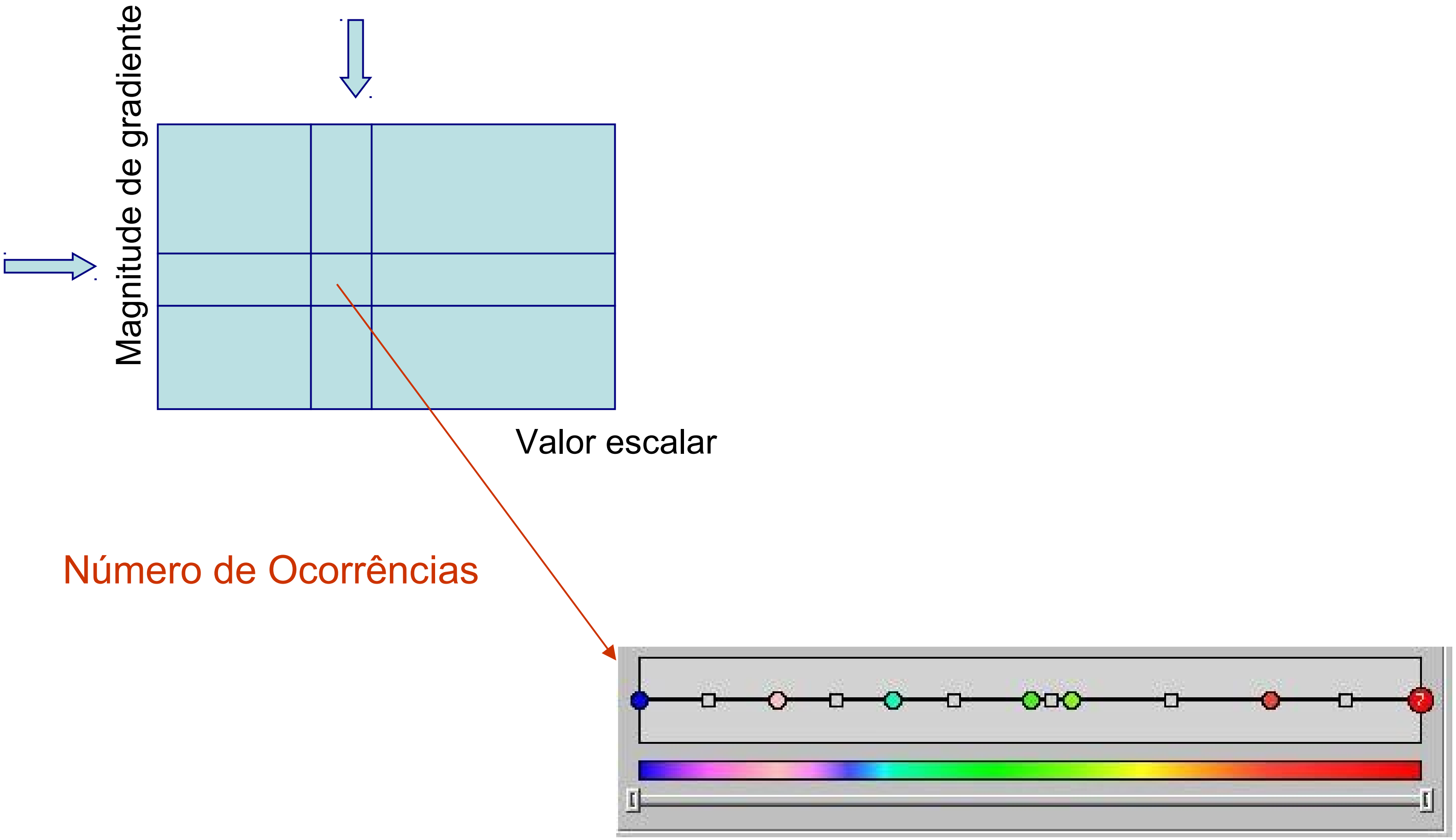


Uma Implementação

```
// fragment program for 2D transfer functions
// using data value and gradient magnitude
half4 main (half3 texUVW : TEXCOORD0,
            uniform sampler3D data_texture,
            uniform sampler3D gradient_magnitude_texture,
            uniform sampler2D transfer_function_2D) : COLOR {
   half2 index;
   index.x = tex3D(data_texture, texUVW);
   index.y = tex3D(gradient_magnitude_texture, texUVW);
   half4 result = tex2D(transfer_function_2D, index);
   return result;
}
```

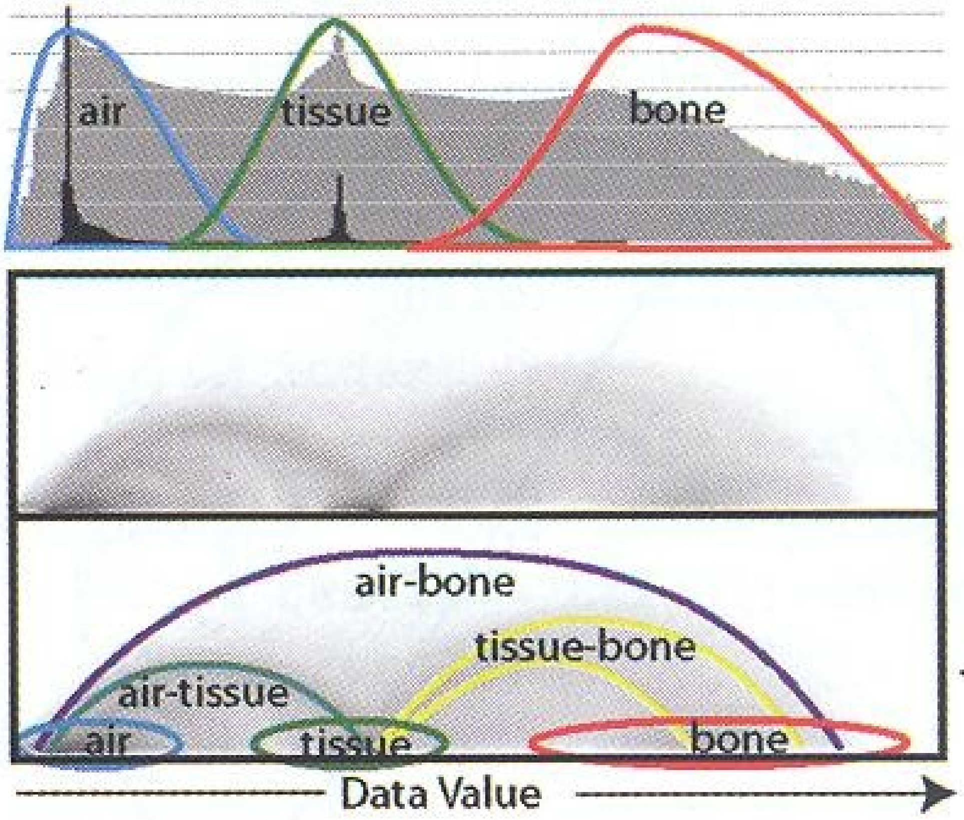


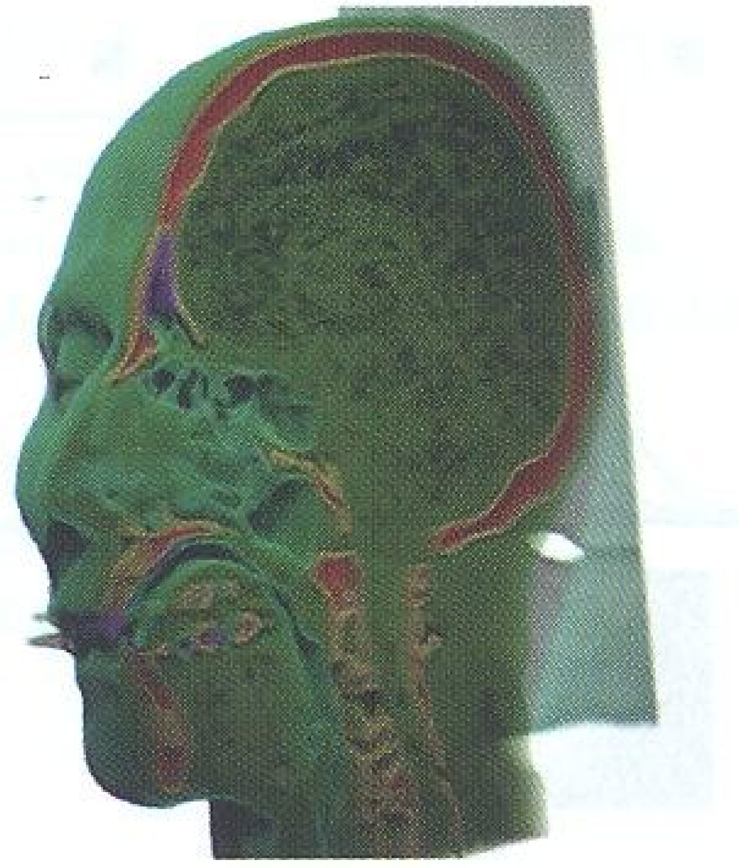
Uso do Mapa de Cores



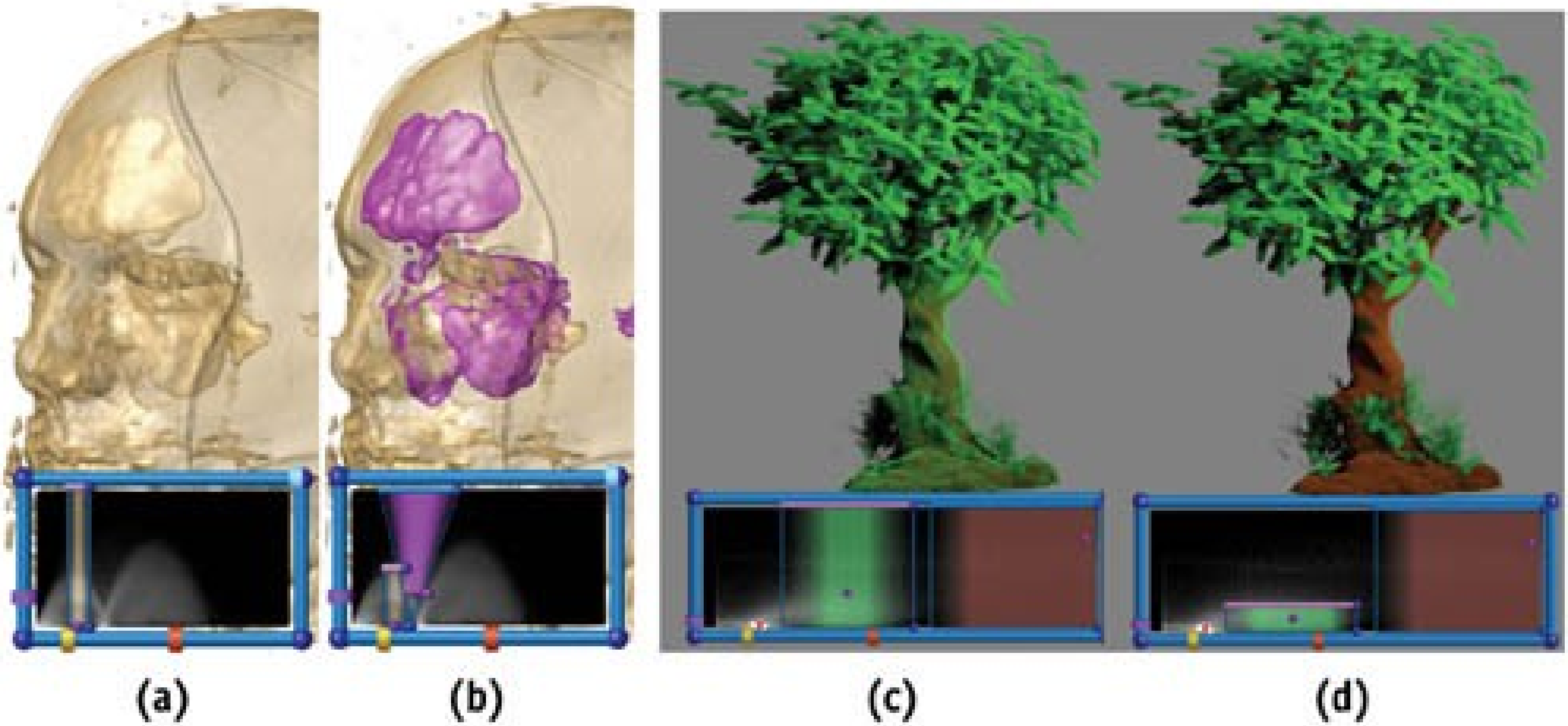
Função de Transferência 1D

FT 2D
(Escalar,Gradiente)





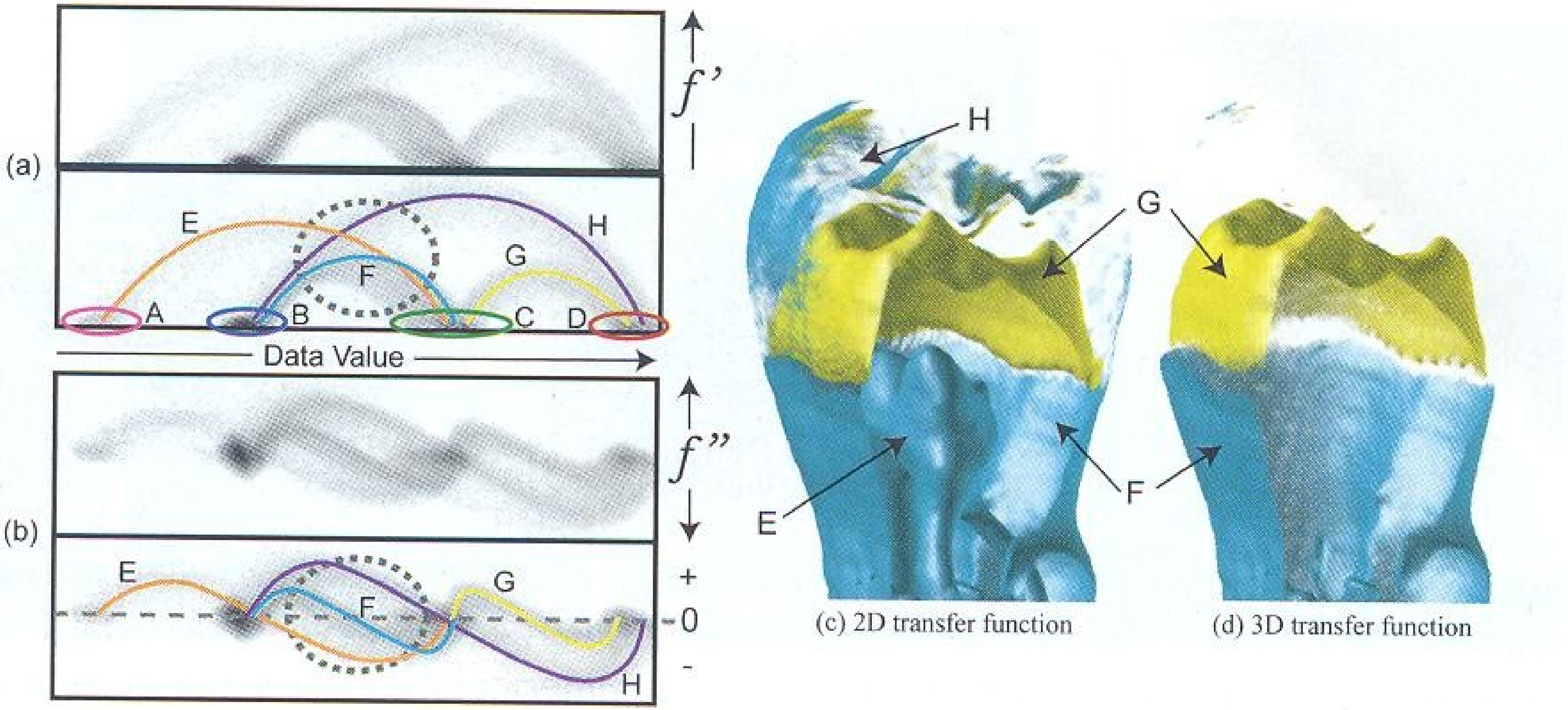
Efeitos Visuais



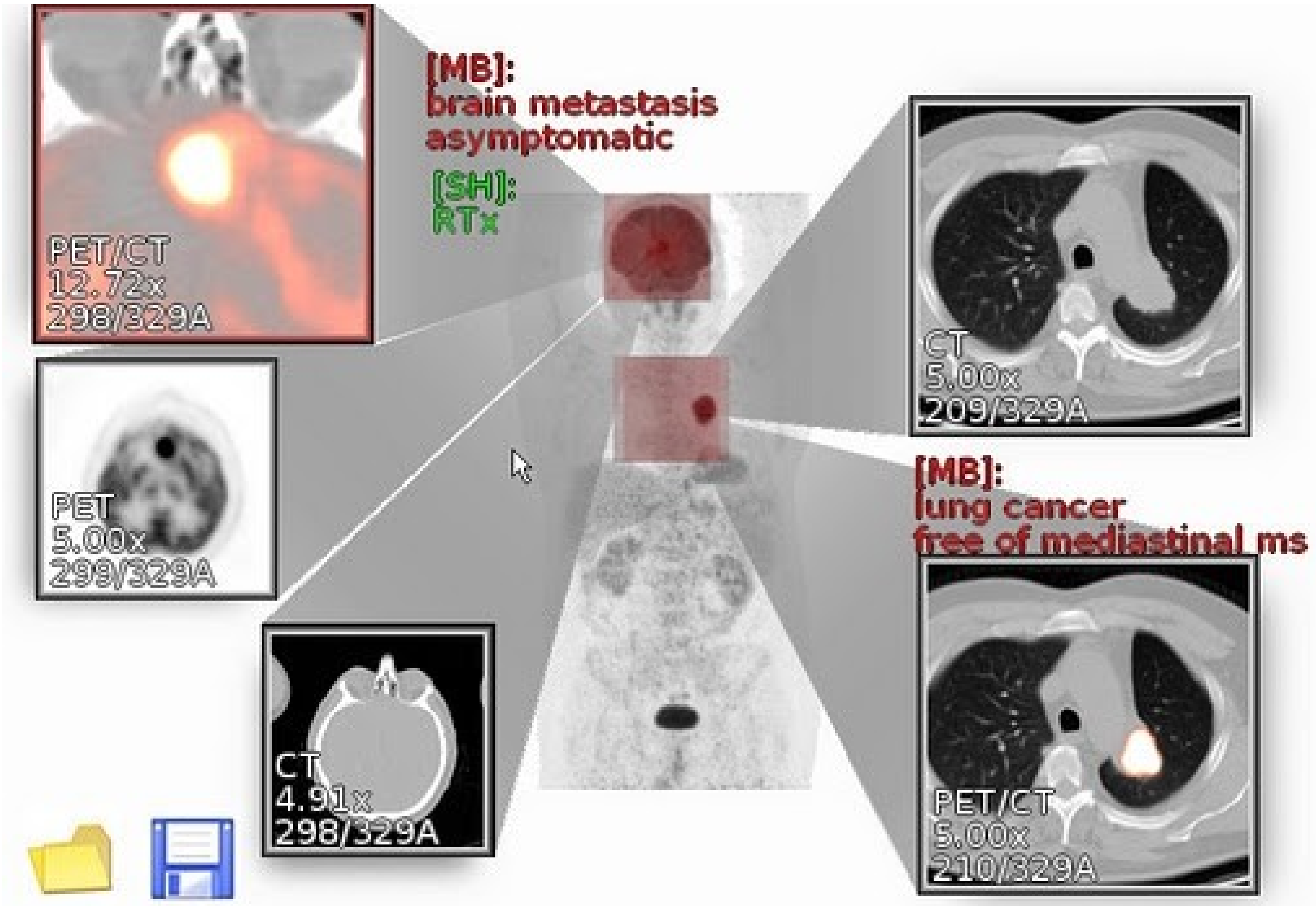
http://http.developer.nvidia.com/GPUGems/gpugems_ch39.html

FT 3D

Valores escalares, Gradientes, Hessiano



Imagens Multimodais
(modalidade 1, modalidade 2, …)



Modelo Matemático

$$f : R^n \rightarrow R^4$$

$$f\left(R\left(x_1, x_2, \ldots, x_n\right), G\left(x_1, x_2, \ldots, x_n\right), B\left(x_1, x_2, \ldots, x_n\right), A\left(x_1, x_2, \ldots, x_n\right)\right)$$

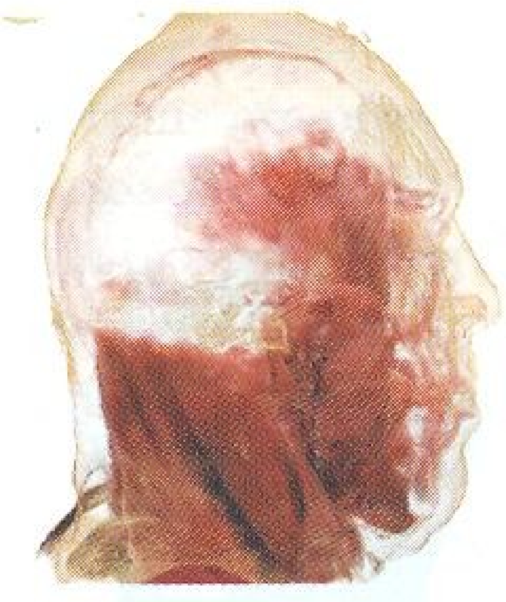
- Desafios
  - Como mapear para que as características desejadas sejam perceptíveis?
  - Como representar para minimizar o custo de memória?
  - Como implementar para minimizar o custo de processamento?

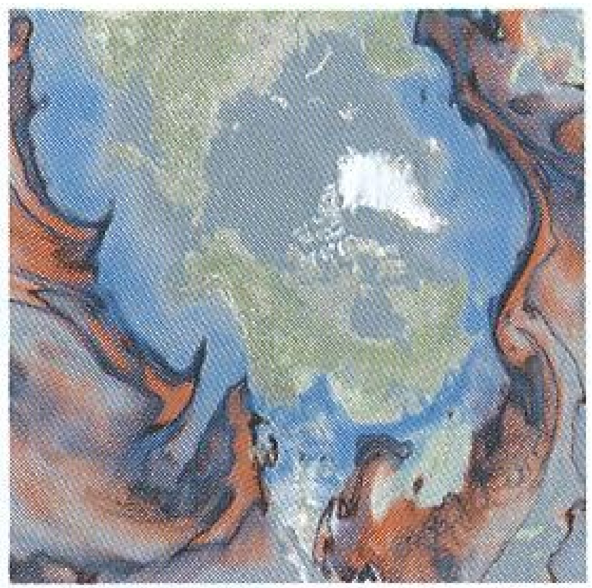
Técnicas de Renderização

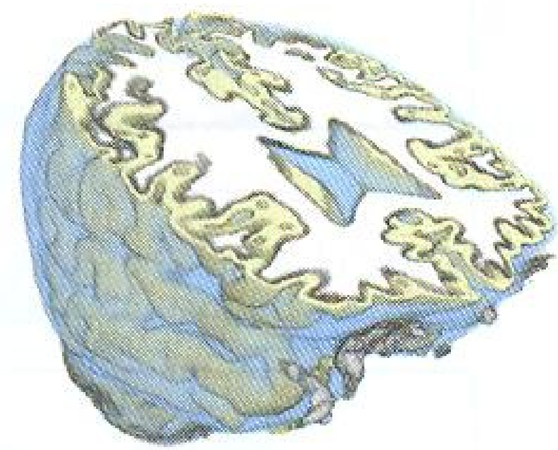
- Composição de cores (*color overlay*)
- Mistura de cores (*color mixing*)
- Uso de espaços de cores, perceptualmente mais significativos, como HSL
- Entrelaçamento (*interlacing*)

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043878/

Composição de Canais de Cores
(valor 1, valor 2, valor 3)

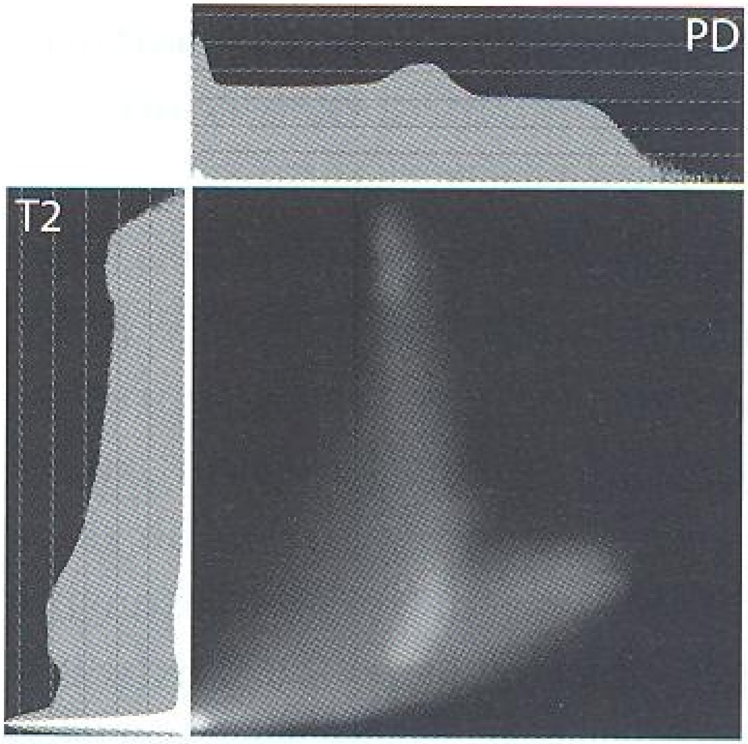






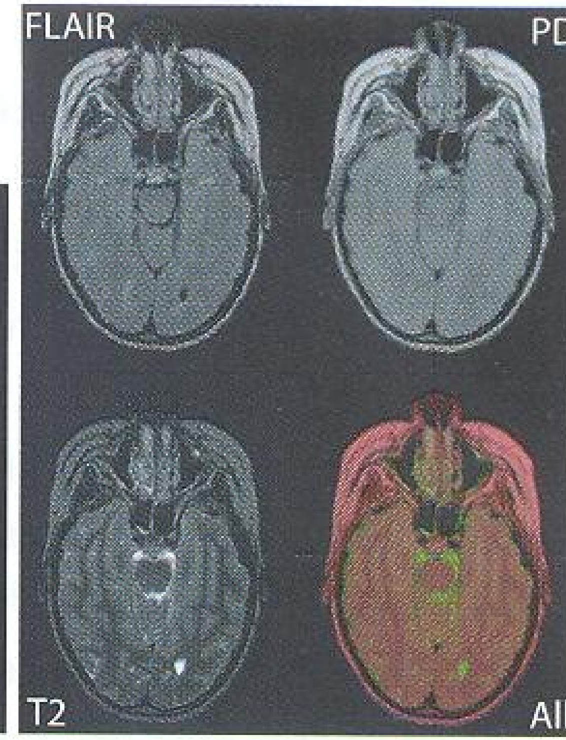
(T2, Proton Density MRI)

Modalidade 2



Modalidade 1

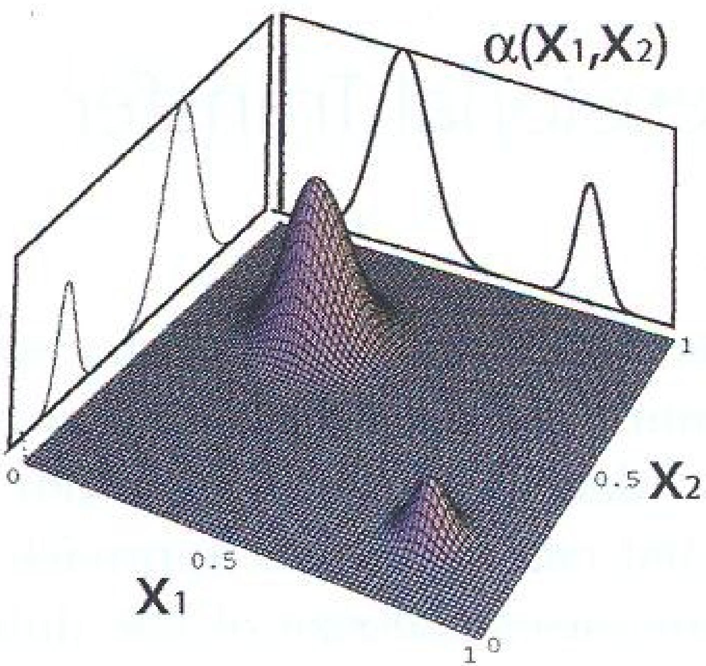
Histogrma combinado

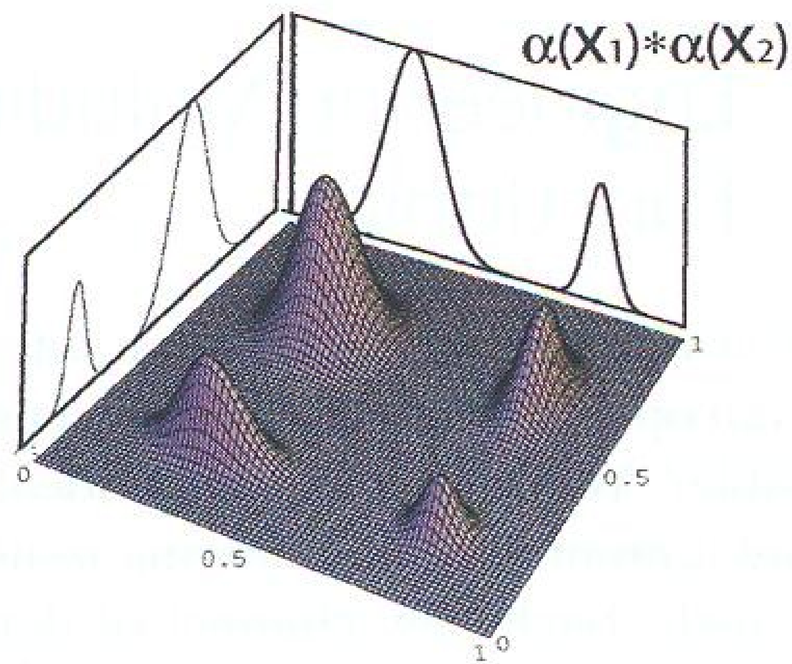


a: fluido espinhal; b: massa cinzenta; c:massa branca d: gordura; e:fundo; f:sangue

Separabilidade dos dados

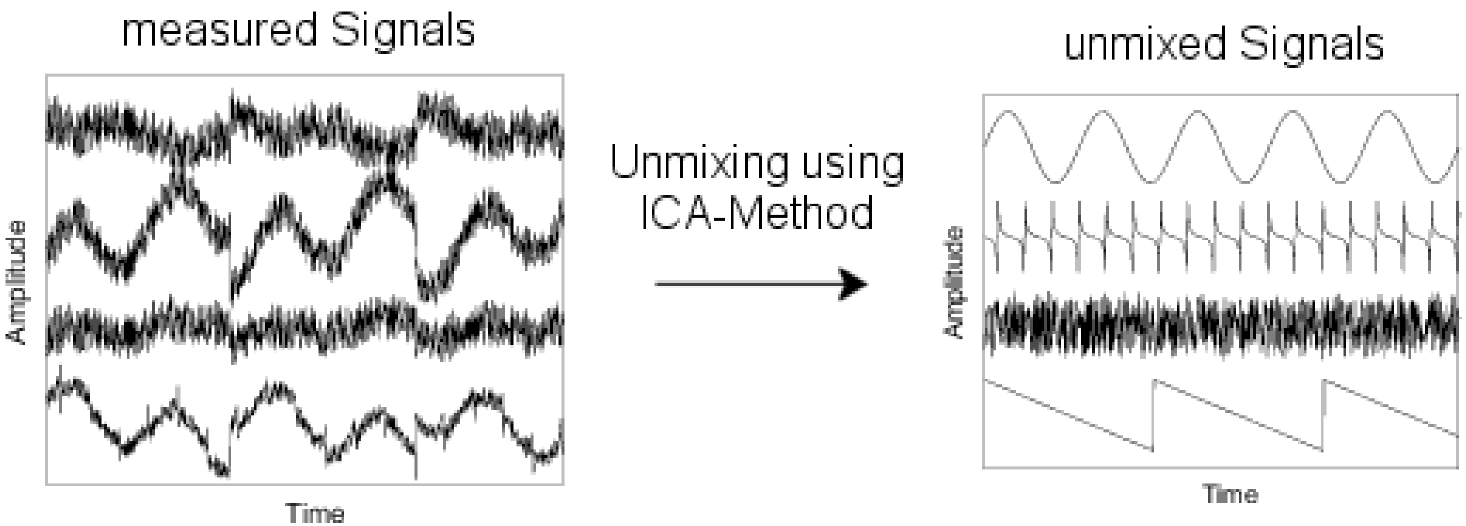
- Os dados podem ser não-separáveis



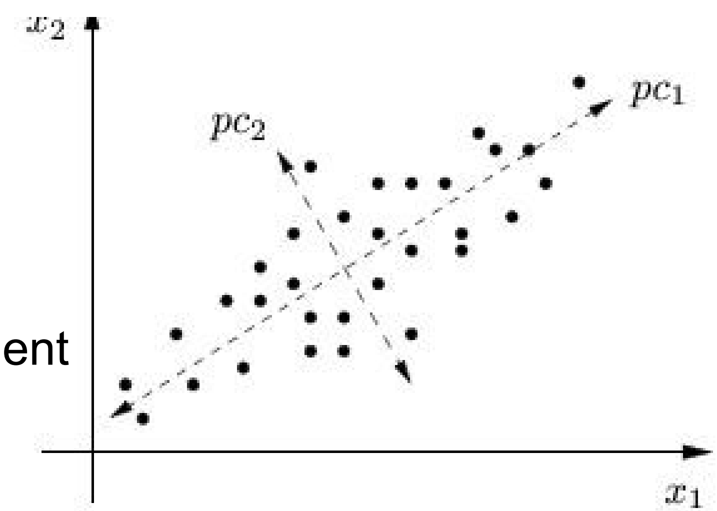


Reducibilidade de dimensões

- Identificar conjuntos de dados relevantes na discriminação das características.



Independent Component Analysis

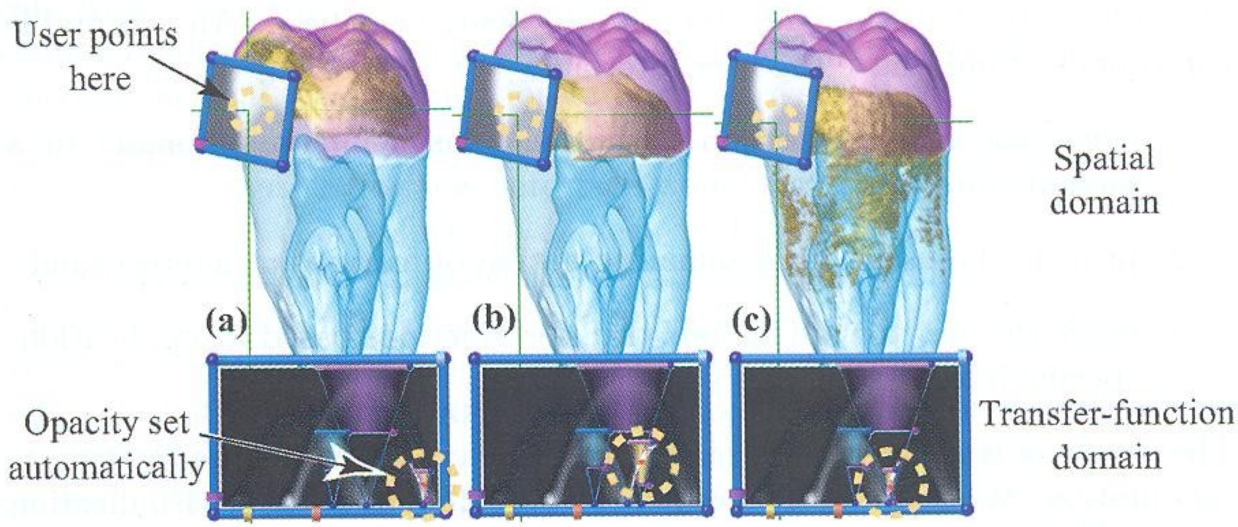


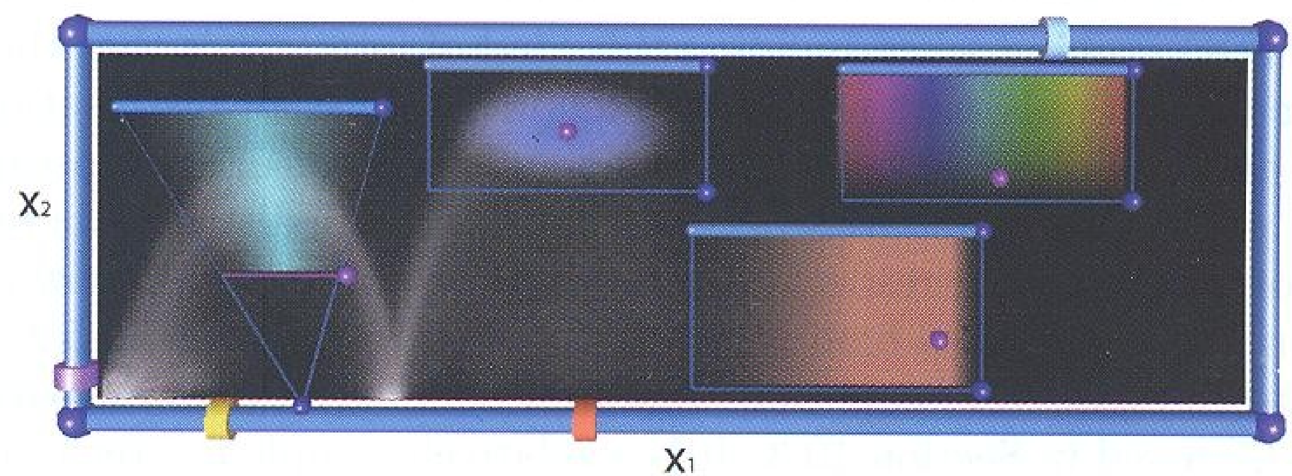
Principal Component Analysis

Dimensões Reduzidas

- Vantagens
  - Simplicidade no mapeamento em propriedades ópticas
  - Apresentação concisa de informações
  - Simplicidade na interpretação dos dados
- Desvantagens
  - Dados distintos podem ser mapeados em um mesmo espaço
  - Interpretações equivocadas dos dados
  - Perda de informações

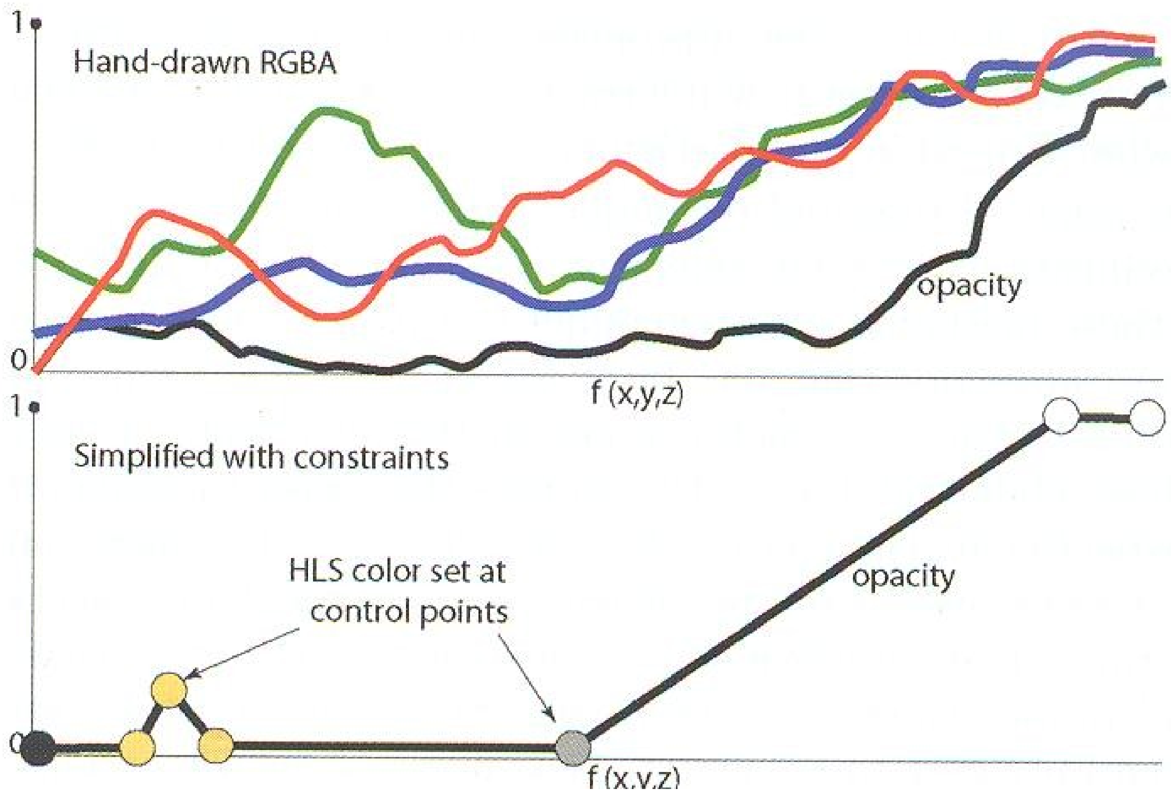
Editores Gráficos

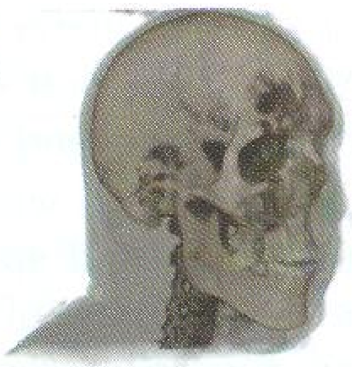


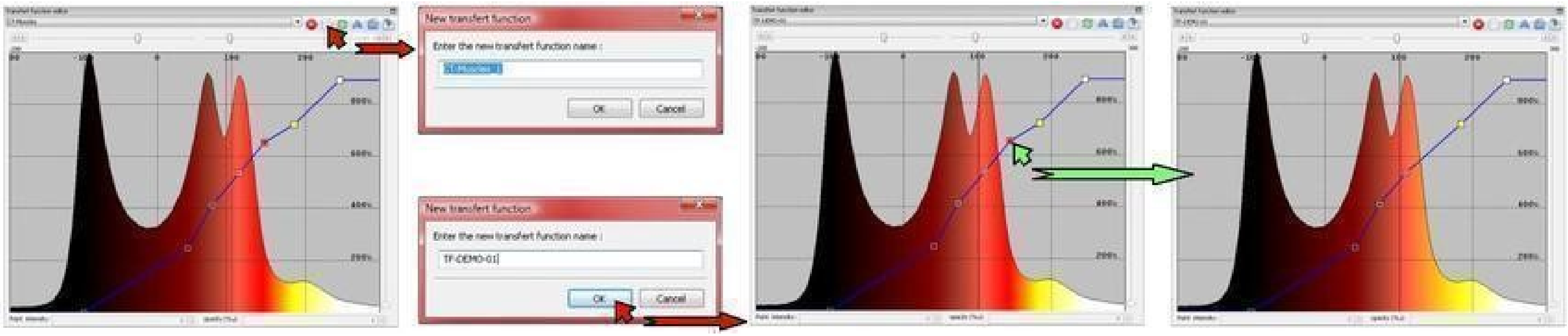


Interface

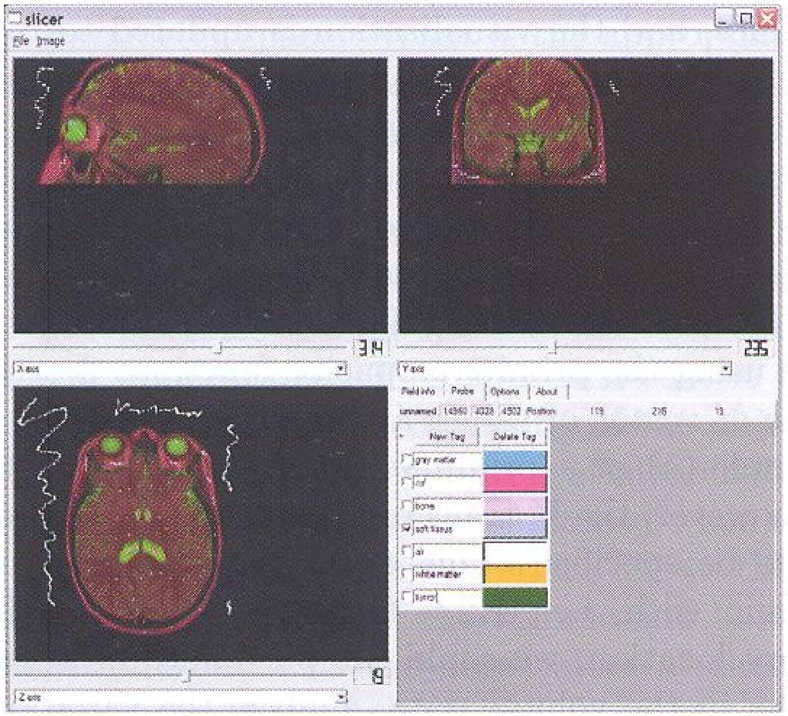
- Evitar ações indevidas/complexas
- Prover dicas úteis
- Prover realimentações apropriadas

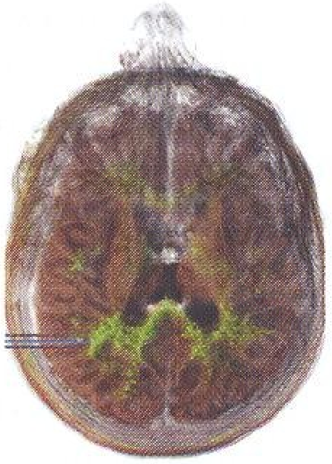




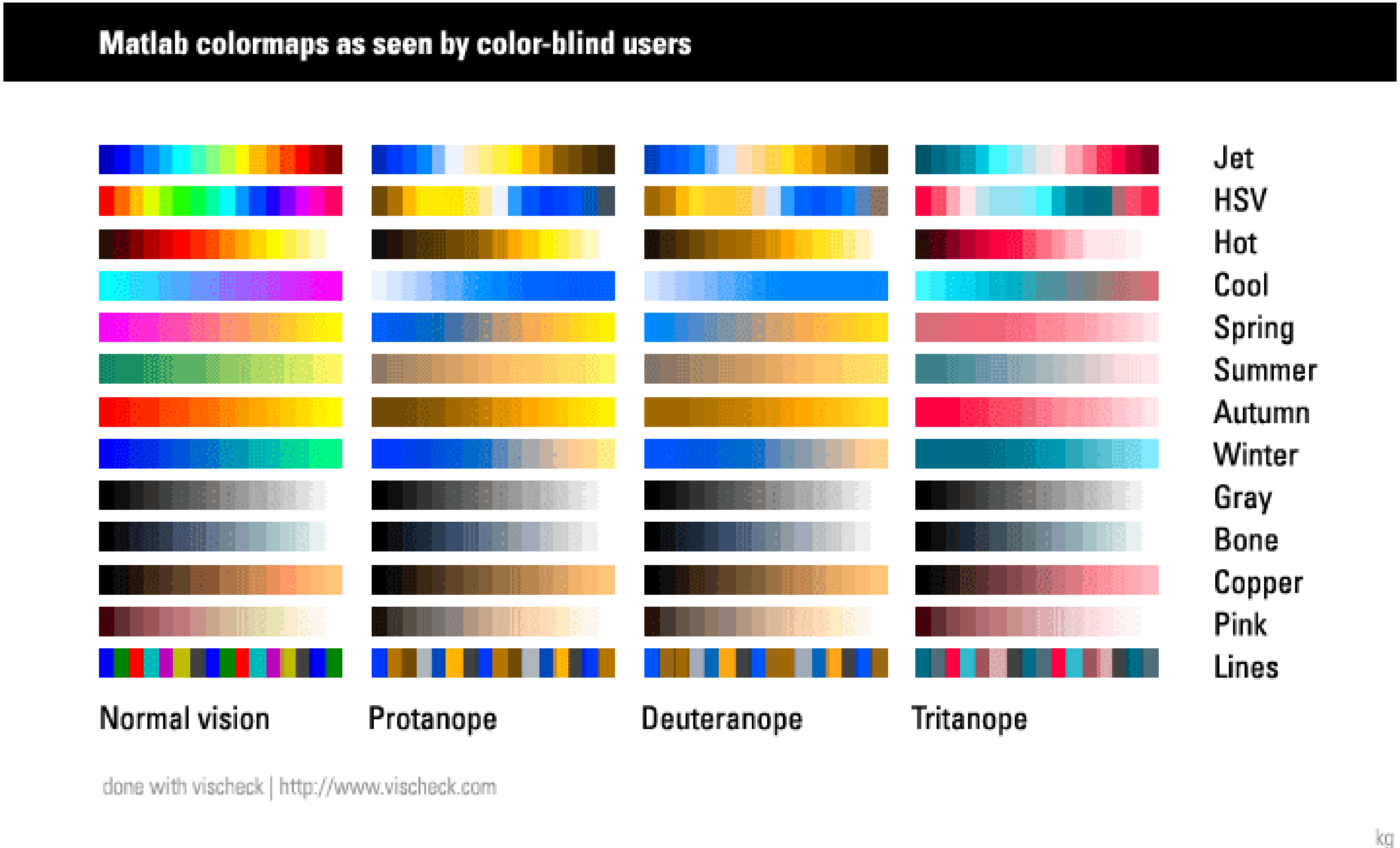


http://ircadeits.vo.llnwd.net/o15/www.ircad.fr/softwares/vr-render/Documentation/8_VRRender_Transfer_Function_Editor.html



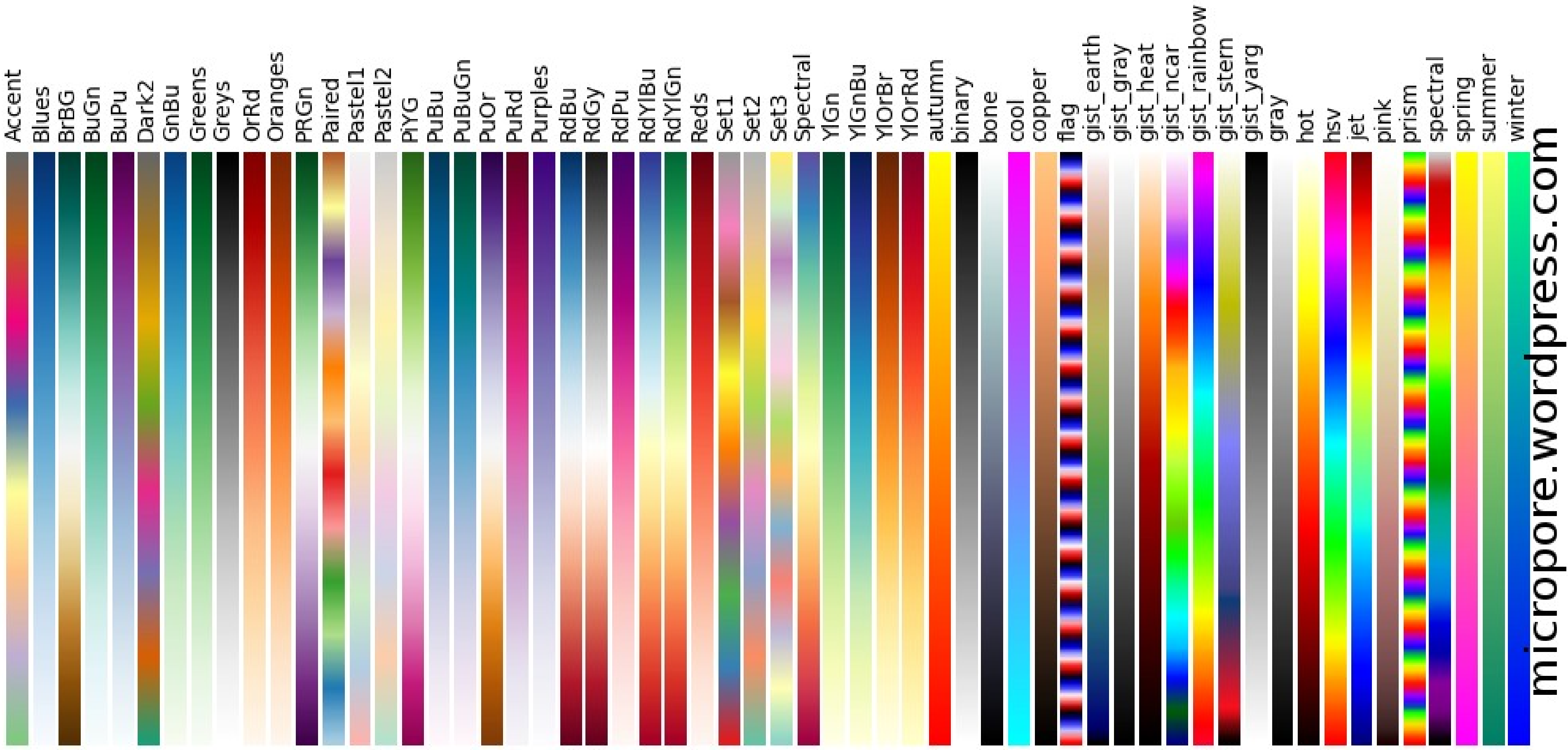


Mapas de Cor - Matlab



http://www.mathworks.com/help/matlab/ref/colormap.html

Mapas de Cor


Accent
Blues
BrBG
BuGn
BuPu
Dark2
GnBu
Greens
Greys
OrRd
Oranges
PRGn
Paired
Pastel1
Pastel2
PiYG
PuBu
PuBuGn
PuOr
PuRd
Purples
RdBu
RdGy
RdPu
RdYlBu
RdYlGn
Reds
Set1
Set2
Set3
Spectral
YlGn
YlGnBu
YlOrBr
YlOrRd
autumn
binary
bone
cool
copper
flag
gist_earth
gist_gray
gist_heat
gist_ncar
gist_rainbow
gist_stern
gist_yarg
gray
hot
hsv
jet
pink
prism
spectral
spring
summer
winter
micropore.wordpress.com