

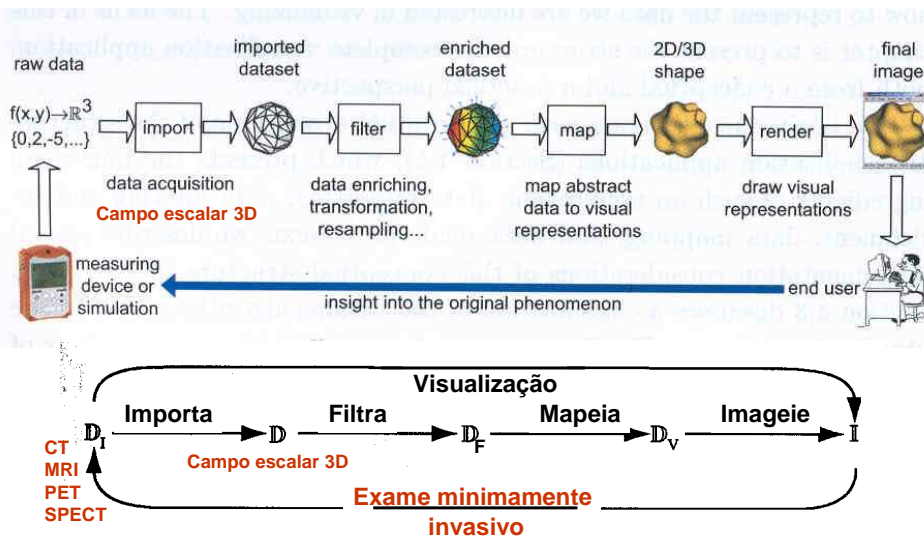
# IA369P – Tópicos em Engenharia de Computação VI

## Visualização de Informação: Algoritmos

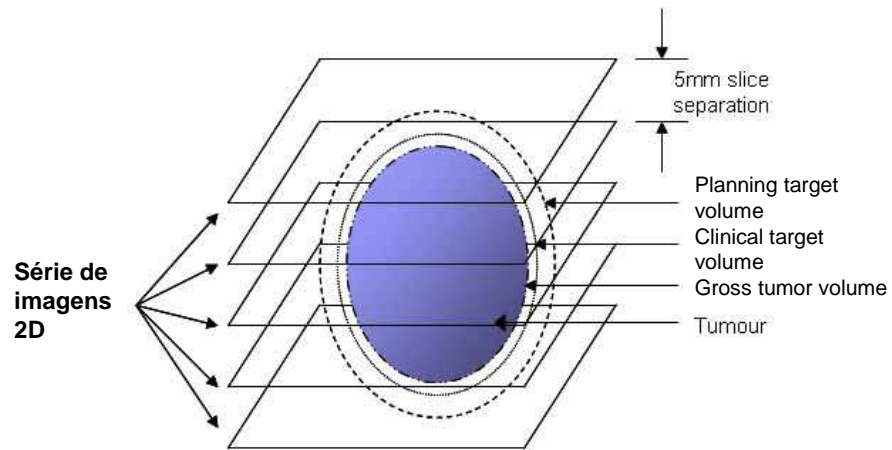
### Visualização Volumétrica

Capítulo 10 do livro-texto Telea

### Modelo Conceitual



# Diagnóstico por Imagens



IA369P – 2s2009 - Ting

# Diagnóstico por Imagens Tomografia Computadorizada (CT)

Quantidade de radiações X absorvidas por tecidos de diferentes composições

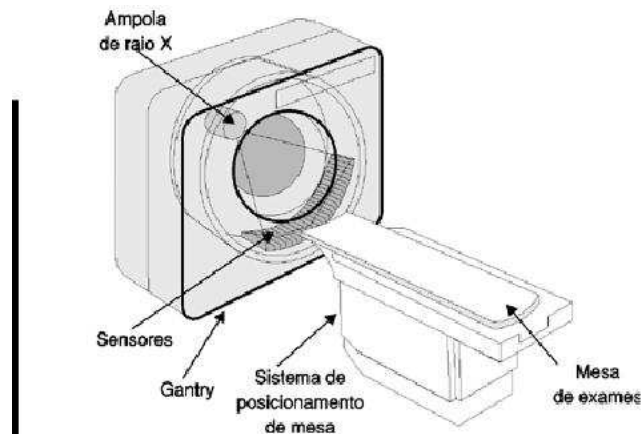
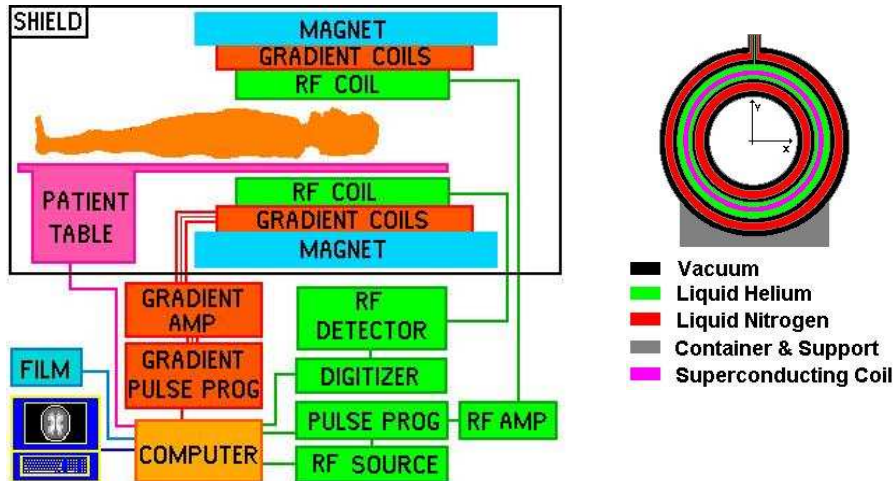


Figura 1 - Estrutura de um equipamento de tomografia computadorizada

IA369P – 2s2009 - Ting

## Diagnóstico por Imagens Ressonância Magnética (MR)

Quantidade de energia eletromagnética absorvida por núcleos dos átomos de hidrogênio na água presente em tecidos de diferentes composições.

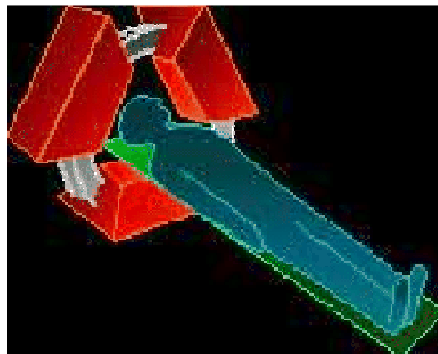


IA369P – 2s2009 - Ting

## Diagnóstico por Imagem

### Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT)

Intensidade de raios gama emitidos por substâncias radioativas, injetadas no paciente, ao colidirem com elétrons no tecido.

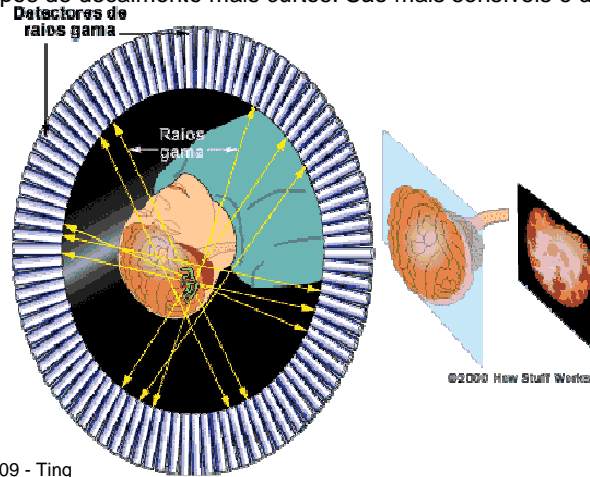


IA369P – 2s2009 - Ting

# Diagnóstico por Imagem

## Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET)

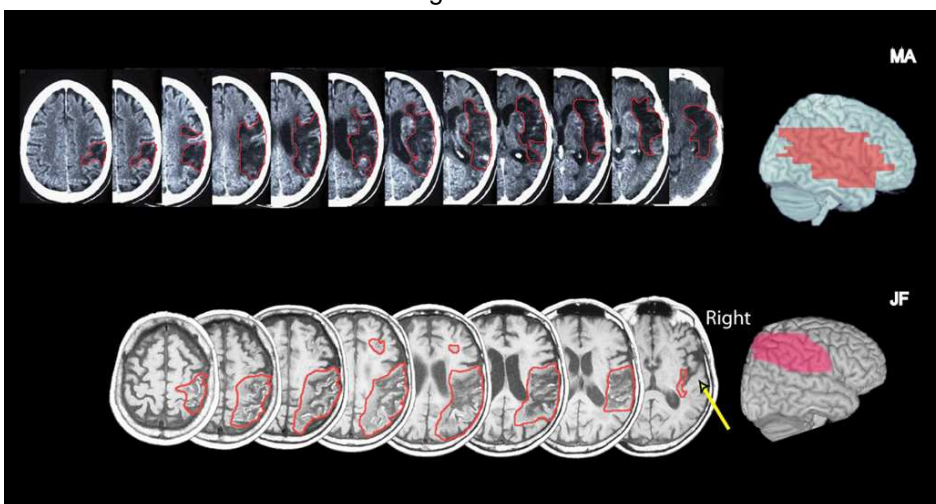
Intensidade de raios gama emitidos por pósitrons/substâncias radioativas, injetadas no paciente, ao colidirem com elétrons no tecido. As substâncias radioativas possuem tempos de decaimento mais curtos. São mais sensíveis e detalhados.



IA369P – 2s2009 - Ting

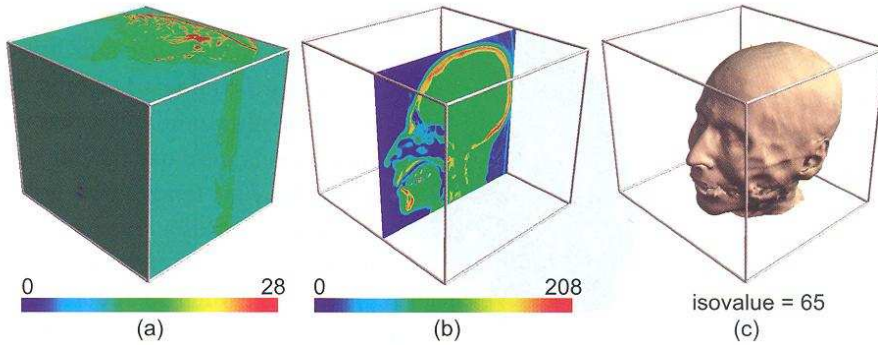
# Diagnóstico por Imagens

- Uma série de imagens de valores escalares



IA369P – 2s2009 - Ting

## Alternativas de Visualização



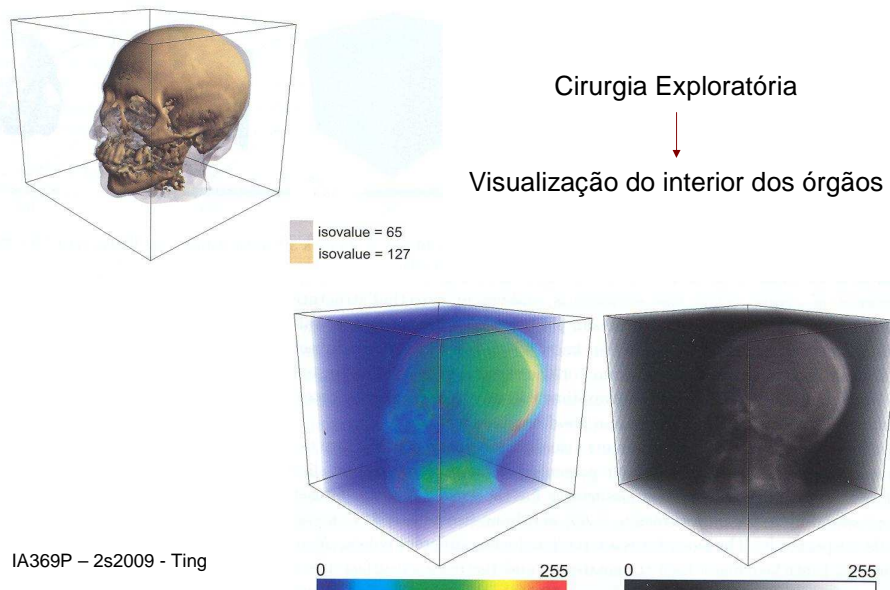
Mapeamento dos escalares em cores

Mapeamento dos escalares em cores após fatiamento

Mapeamento dos escalares em conjunto de níveis

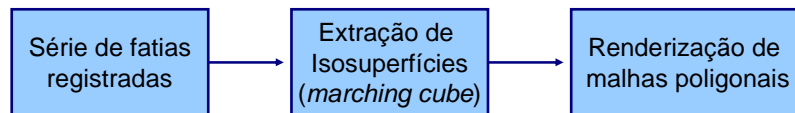
IA369P – 2s2009 - Ting

## Transparência



IA369P – 2s2009 - Ting

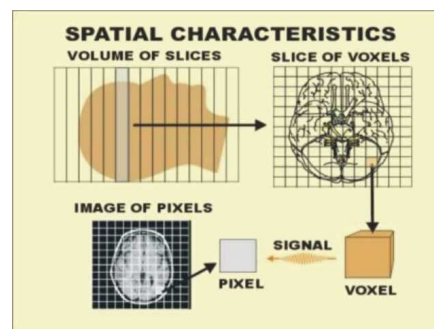
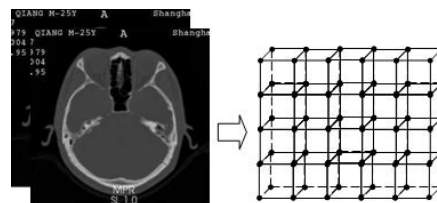
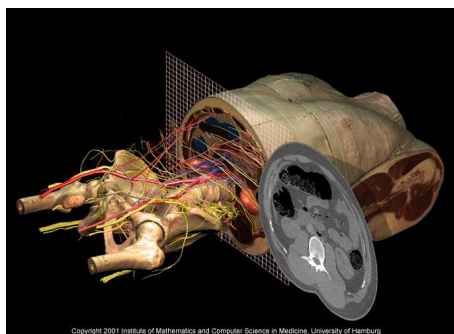
## Modelo Computacional Renderização como Malha Poligonal



- Bordas bem delineadas → Adequado para órgãos “amorfos”?
- Casos ambíguos em algoritmos de *marching cube* → Como contornar?
- Desempenho dependente da resolução da malha → Desempenho dependente da resolução de saída?

IA369P – 2s2009 - Ting

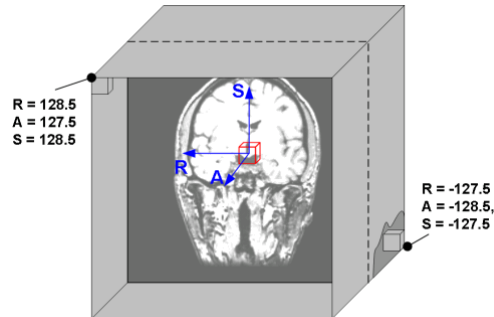
## Modelo Computacional



IA369P – 2s2009 - Ting

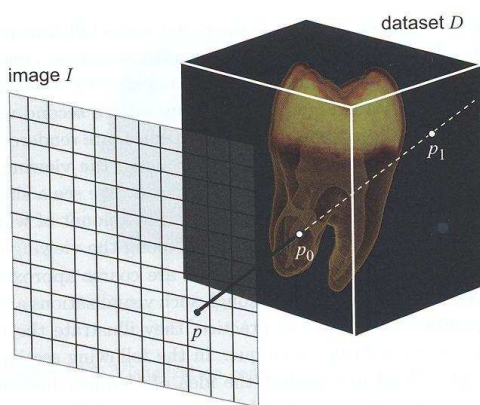
# Imagens 3D

- Dados = Um “bloco” de *voxel*/s.
- Cada *voxel* ↔ “extensão” de uma fatia de amostras (imagem 2D).
- Cada amostra ↔ uma densidade/coeficiente de absorção  $s(t)$
- Cada densidade ↔ um meio (ar, gordura, tecido mole, osso ou combinação destes).



IA369P – 2s2009 - Ting

# Transparência



$I(p)$ : **Função de raio**,  
Intensidade integrada dos  
valores escalares ao longo  
do raio  $r = \overrightarrow{p_0 p_1}$

Amostra:  $p(t) = p_0 + t(p_1 - p_0)$

Valor escalar:  $s(t)$

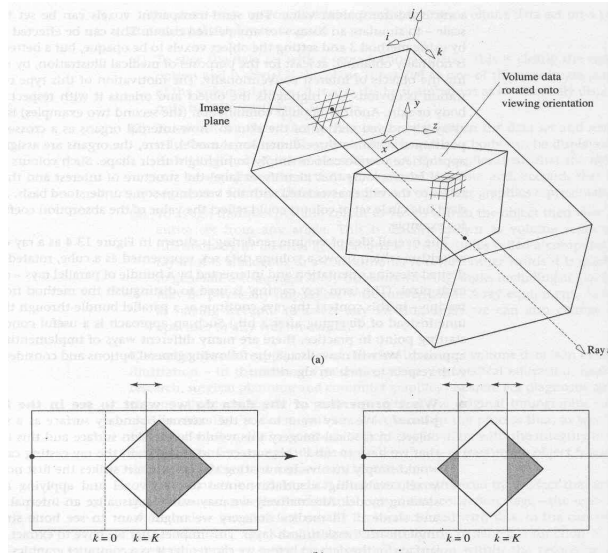
**Função de  
transparência  $f$**

Atributo gráfico:  $(R, G, B, A)$

**Classificação visual de dados**

IA369P – 2s2009 - Ting

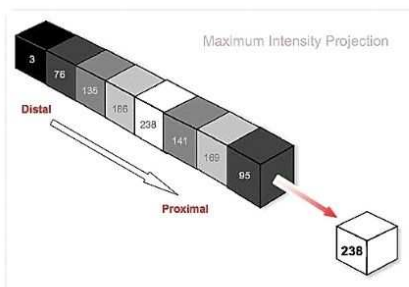
# Transparência



IA369P – 2s2009 - Ting

# Função de Raio

## Projeção de Intensidade Máxima (MIP)



$$I(p) = f(\max_{t \in [0, T]} s(t))$$

ou

$$I(p) = (f_R(s(t)), f_G(s(t)), f_B(s(t)), \max_{t \in [0, T]} f_A(s(t)))$$

ou

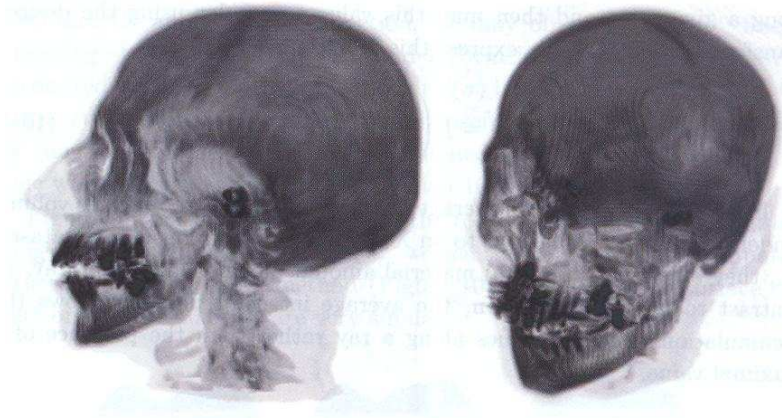
$$I(p) = (\max_{t \in [0, T]} (f_R(s(t)), f_G(s(t)), f_B(s(t))), f_A(s(t)))$$

IA369P – 2s2009 - Ting



## Função de Raio

### Projeção de Intensidade Máxima (MIP)

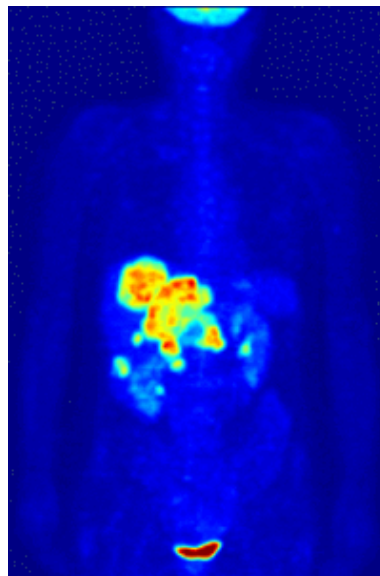


Deficiência: não contém informação de profundidade.

IA369P – 2s2009 - Ting

## Função de Raio

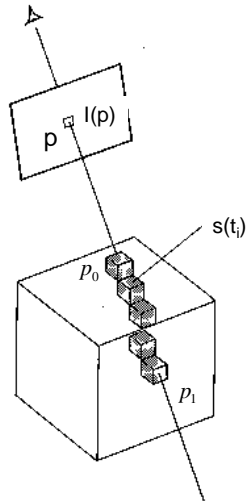
### Projeção de Intensidade Máxima (MIP)



Fonte:  
<http://tomographyblog.com/category/uncategorized/page/2/>

IA369P – 2s2009 - Ting

## Função de Raio



- Projeção de Intensidade Média

$$I(p) = f\left(\frac{\sum_{i=0}^n s(t_i)}{n+1}\right)$$

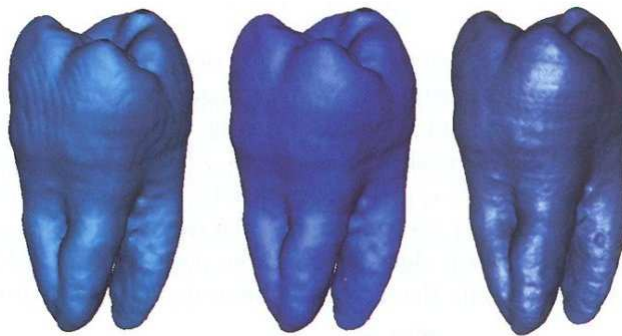
- Distância ao Valor Especificado

$$I(p) = f(s(t_d))$$

$$p(t_d) = (\min_{t \in [0, T]} \text{dist}(p(t) - p_0)) \wedge (s(t) \geq \sigma)$$

IA369P – 2s2009 - Ting

## Função de Raio Isosuperfície

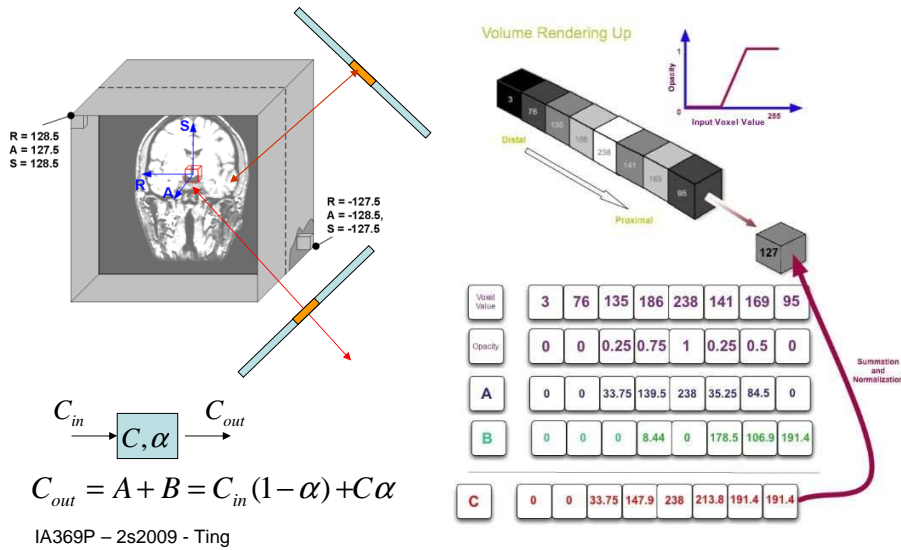


Reconstrução por  
marching cube

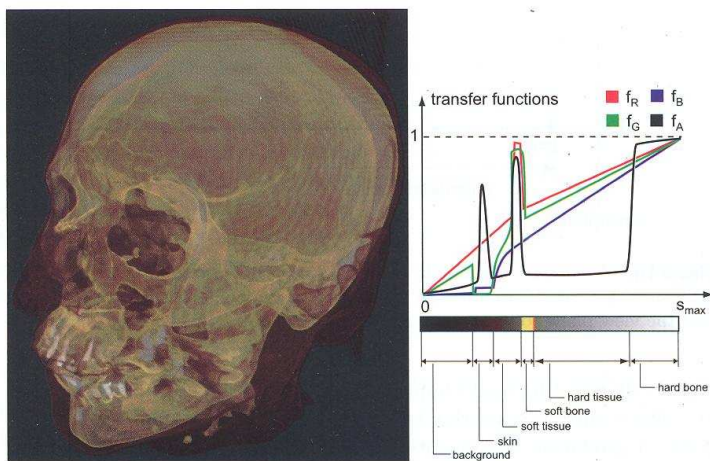
$$I(p) = \begin{cases} f(s(t)), t \in [0, T], s(t) = \sigma \\ I_0, \text{outros} \end{cases}$$

IA369P – 2s2009 - Ting

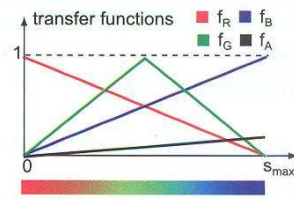
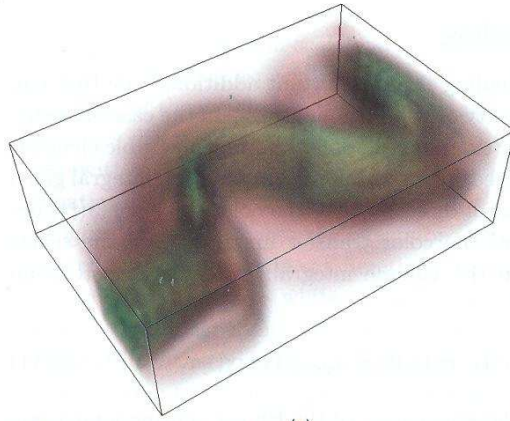
## Função de Raio Composição



## Função de Raio Composição



## Função de Raio Composição



IA369P – 2s2009 - Ting

## Função de Raio Composição

$$C(p) = \int_{t=0}^T C(t) dt = \int_{t=0}^T at(t)c(t) dt$$

• Função de transferência  $f$ :

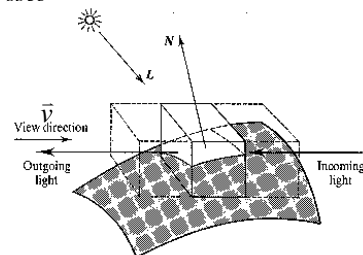
$$c(t) = f(s(t))$$

• Interação com radiações luminosas

$$c(t) = c_{amb} + c_{diff}(t)(-\vec{L} \cdot \vec{N}) + c_{spec}(t)(-\vec{R} \cdot \vec{v})^n$$

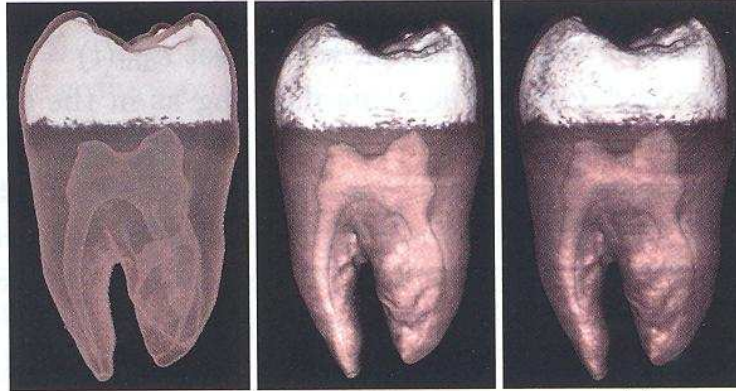
$$c_{diff}(t) = c_{spec}(t) = g(s(t))$$

$$\vec{N} = \nabla s(t) = \left( \frac{\partial s(t)}{\partial x}, \frac{\partial s(t)}{\partial y}, \frac{\partial s(t)}{\partial z} \right)$$



IA369P – 2s2009 - Ting

## Função de Raio Composição

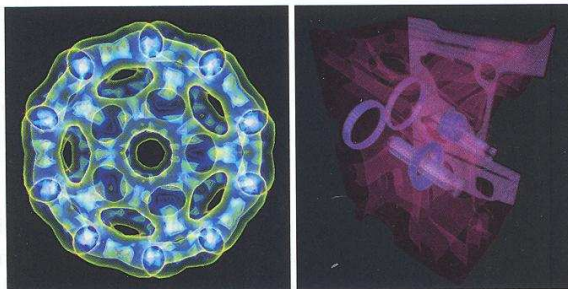


Componente difusa

Componente difusa  
+ especular

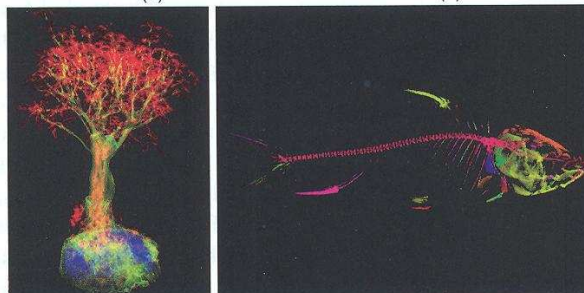
IA369P – 2s2009 - Ting

## Função de Raio Exemplos de Composição



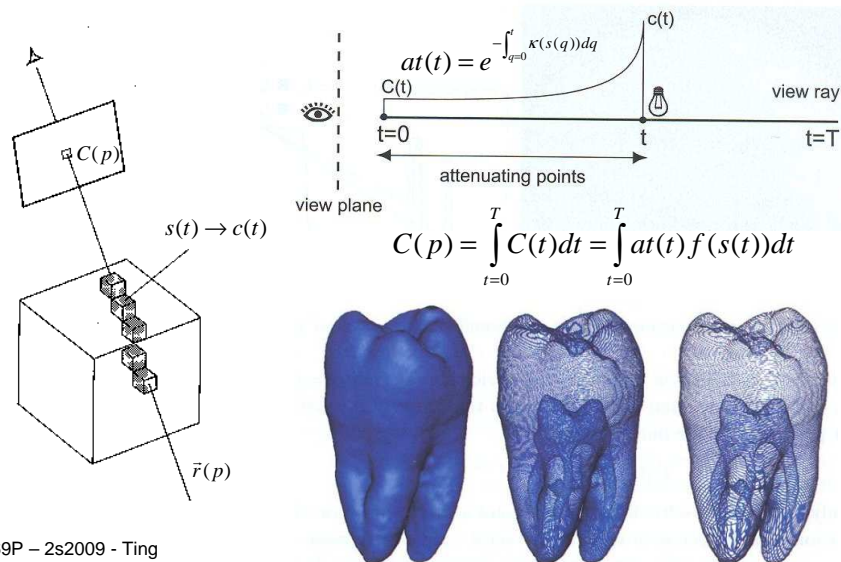
Variáveis:

- Função de transferência
- Modelo de iluminação
- Propriedades de material



IA369P – 2s2009 - Ting

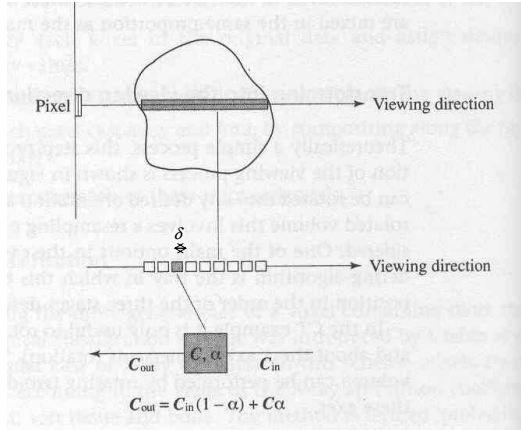
## Função de Raio Composição



## Exercícios

1. Por que um tecido pode aparecer em uma imagem CT e não estar presente em uma imagem MR?
2. Qual é o princípio básico de visualização do interior de um cubo de dados volumétrico? Quais são as alternativas? Por que estas alternativas podem ser consideradas como casos particulares de composição de valores de *voxels*?
3. Relacione as funções de transferência e as imagens nas Figs. 10.8 e 10.9 do livro-texto.
4. O mapeamento de valores escalares em cores pode ocorrer por funções de transferência ou por interações luminosas. Por que para a segunda alternativa são necessários os vetores normais em cada amostra? Como estes vetores podem ser estimados a partir dos valores escalares?
5. Como o fator de atenuação pode ser integrado na composição de cor em cada *pixel* da imagem de visualização?

## Algoritmos Orientados a Imagem



$$C_n = c_n$$

$$C_{n-1} = \alpha_{n-1}c_{n-1} + (1 - \alpha_{n-1})C_n$$

$$C_{n-2} = \alpha_{n-2}c_{n-2} + (1 - \alpha_{n-2})C_{n-1}$$

$$\vdots$$

$$C_0 = C(p) = \alpha_0c_0 + (1 - \alpha_0)C_1$$

**Classificação:**

$$s(t) \rightarrow c_i, \alpha_i$$

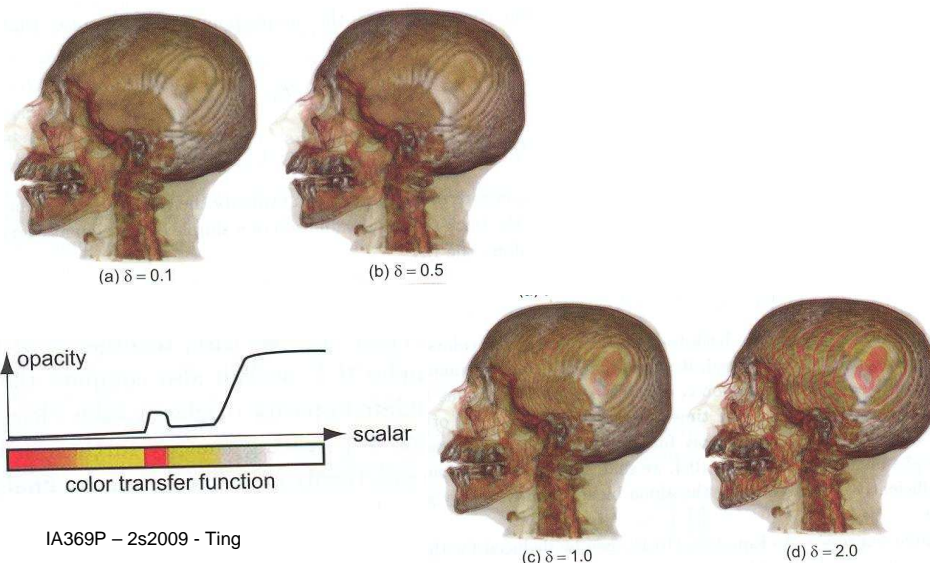
**Pré-integração:**

$$\alpha_i = \kappa(s(i\delta), s((i+1)\delta), \delta)$$

$$c_i = at(i\delta)f(s(i\delta))$$

IA369P – 2s2009 - Ting

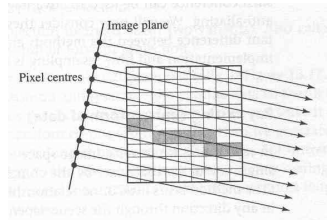
## Algoritmos Orientados a Imagem



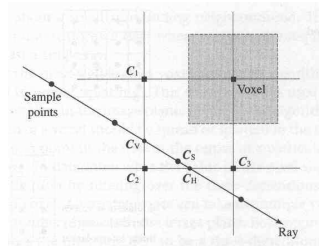
IA369P – 2s2009 - Ting

## Algoritmos Orientados a Imagem

- Reamostragem



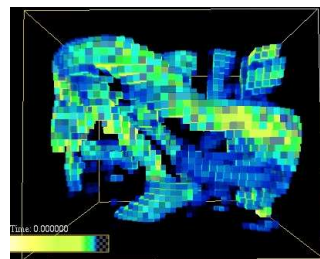
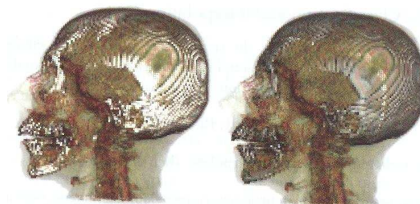
- Interpolação



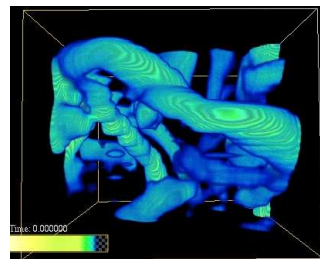
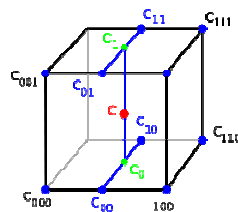
IA369P – 2s2009 - Ting

## Técnicas de Interpolação

- Vizinheiro-mais-próximo



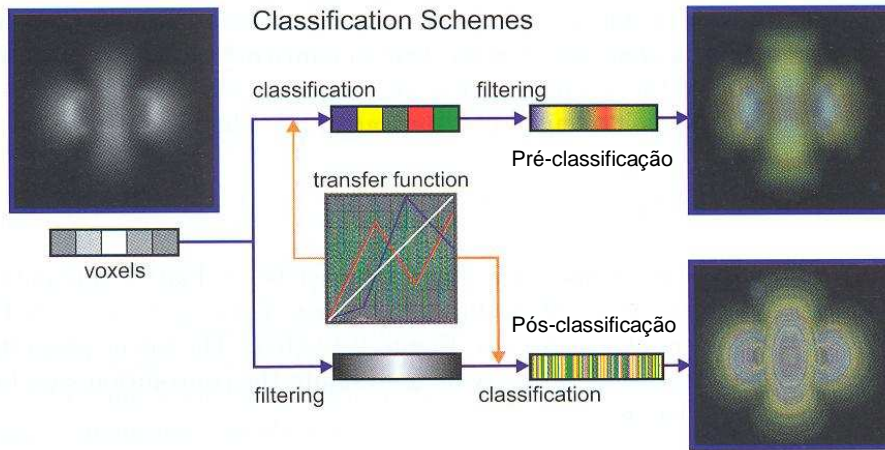
- Interpolação trilinear



IA369P – 2s2009 - Ting



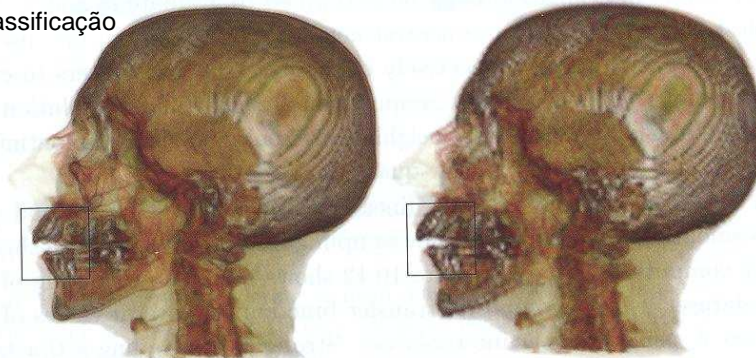
# Ordem de Classificação



IA369P – 2s2009 - Ting

# Ordem de Classificação

Pós-classificação



(a)

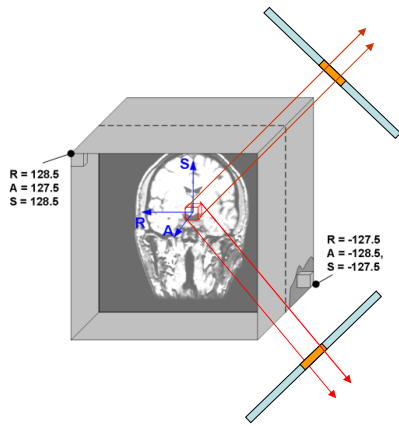


(b)

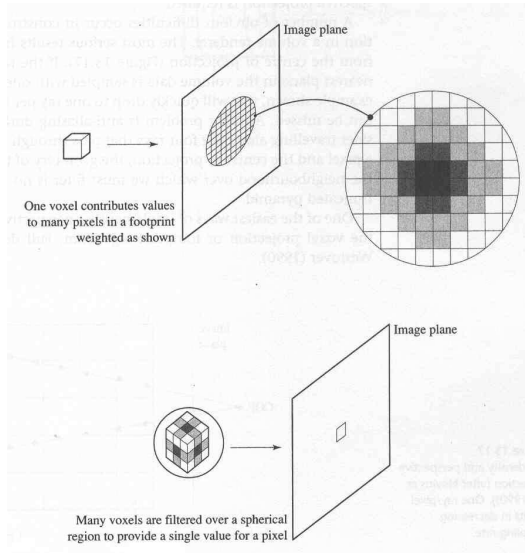
Pré-classificação

IA369P – 2s2009 - Ting

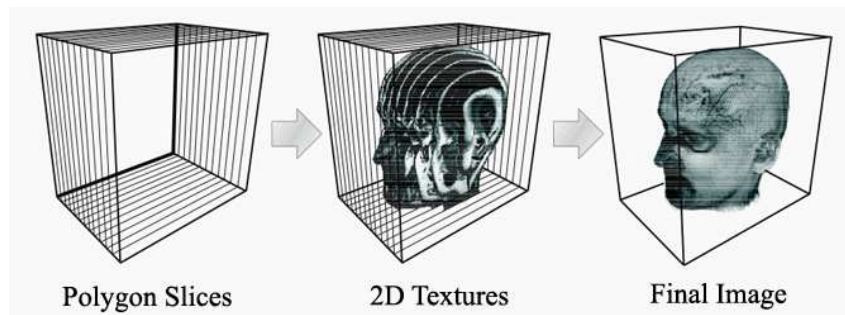
## Algoritmos Orientados a Objeto



IA369P – 2s2009 - Ting



## Algoritmos Orientados a Objeto



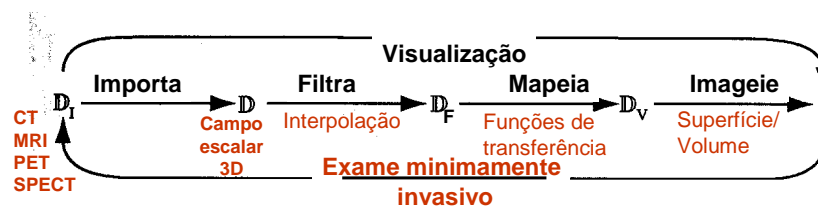
IA369P – 2s2009 - Ting

## Exercícios

1. O que você entende por técnica de pré-integração? Qual é o ganho e o custo?
2. O que você entende por classificação em algoritmos de renderização volumétrica? Como a ordem de classificação pode afetar na qualidade das imagens? Justifique.
3. Explique o pseudo-código em *Listing 10.1* do livro-texto.
4. Ao integrar as contribuições de todos os *voxels* ao longo de um raio de visão, pode-se fazê-lo na ordem *front-to-back* ou *back-to-front*? Qual é a diferença entre estas duas técnicas?
5. Em que consiste a técnica de renderização volumétrica com base em texturas?

IA369P – 2s2009 - Ting

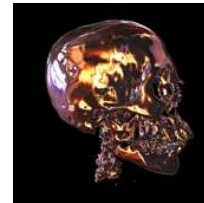
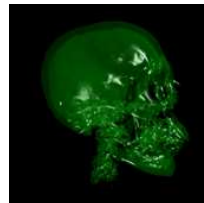
## Modelo Conceitual



Funções de Transferência:

$$s(t) \rightarrow \begin{cases} \text{cor} \\ \text{material} \rightarrow \text{cor} \\ \text{opacidade} \\ \text{atenuação} \end{cases}$$

mapa de cor



difusa

difusa + especular

IA369P – 2s2009 - Ting

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