# IA369E

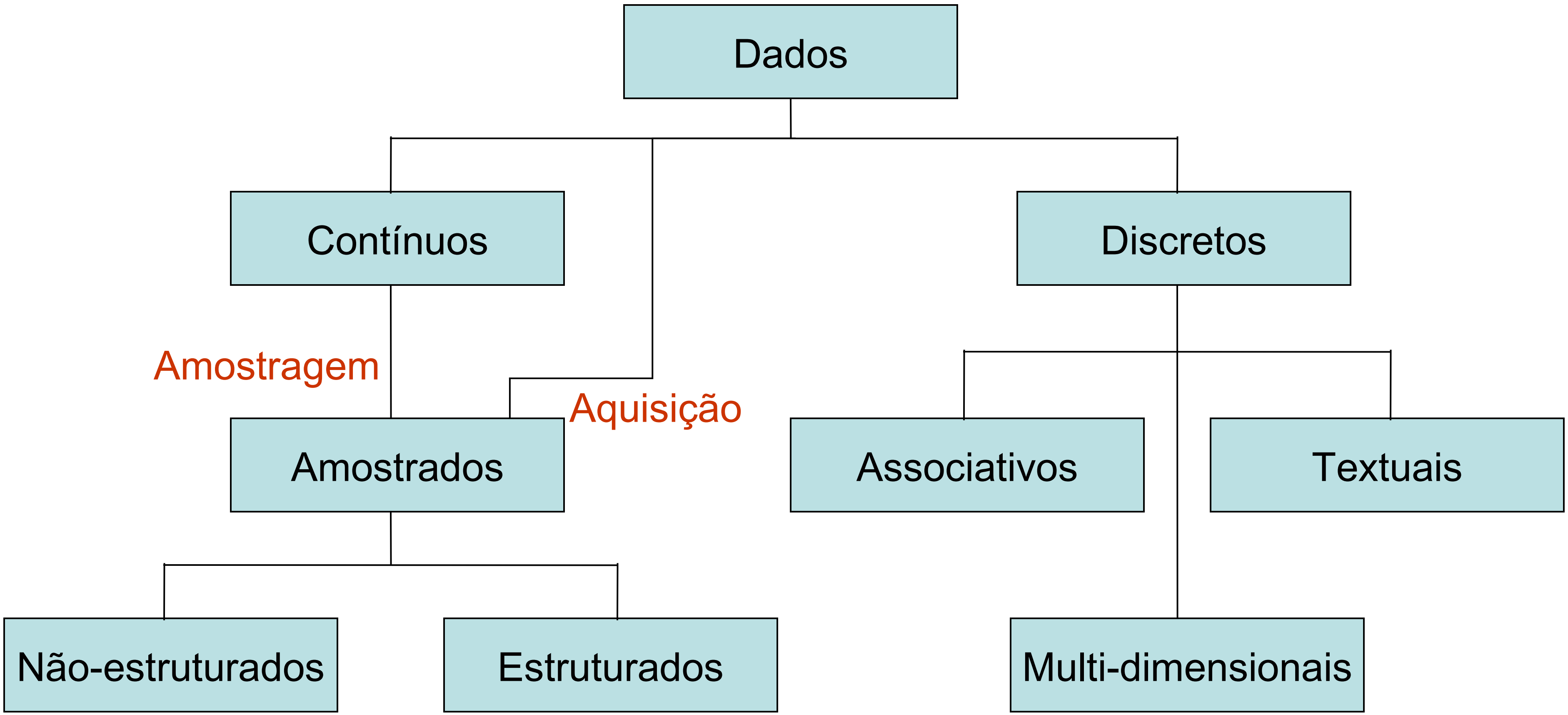
# Tópicos em Engenharia de Computação VI

# Segundo Semestre de 2013

# Representação dos Dados

Profa. Ting

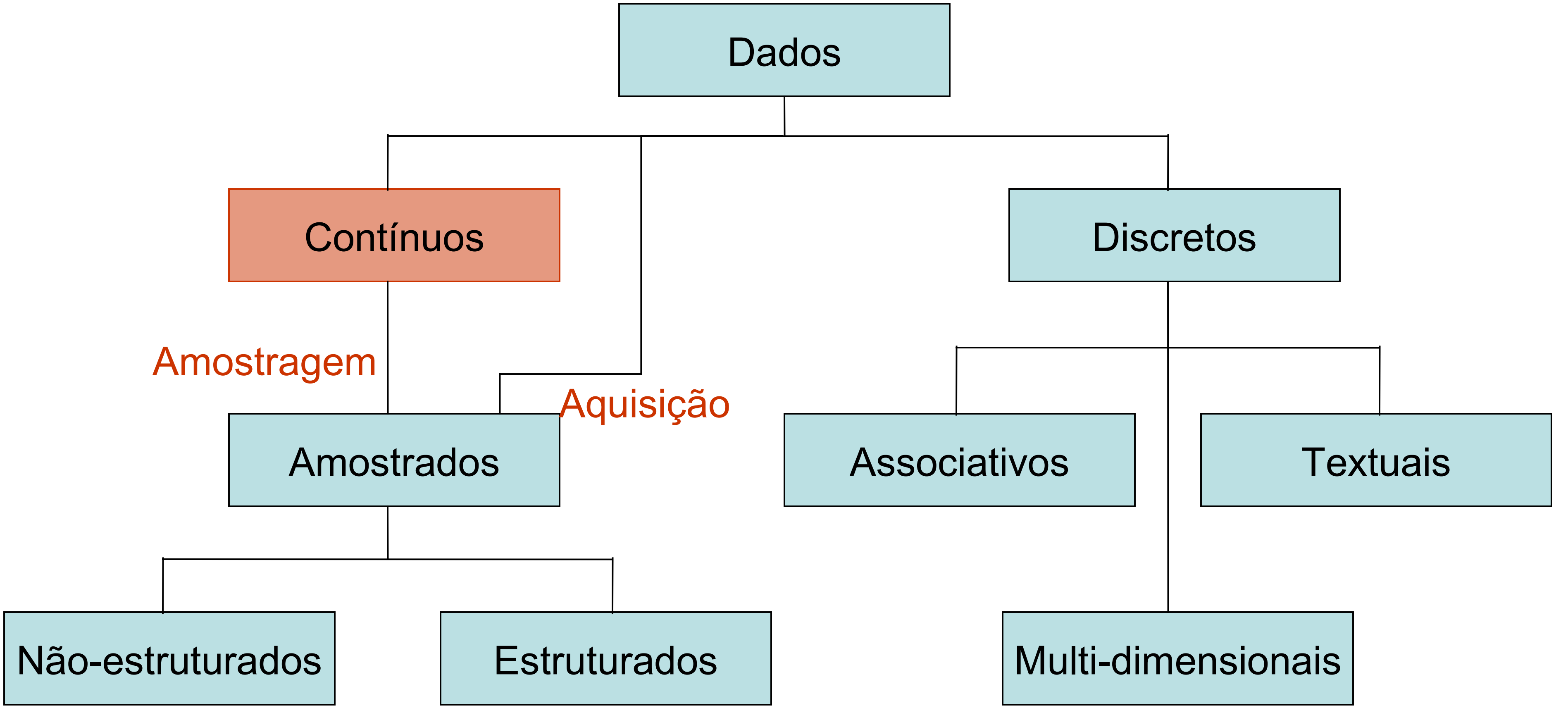
# Classificação




**Visualização Científica (SciVis)**

**Visualização de Informação (Infovis)**

# Dados Contínuos



# Processamento

$$\left(x, y, f(x,y) = e^{-\left(x^2+y^2\right)}\right), x, y \in [-1, 1]$$

**Discretização:**
Transformar dados contínuos em discretos

↓

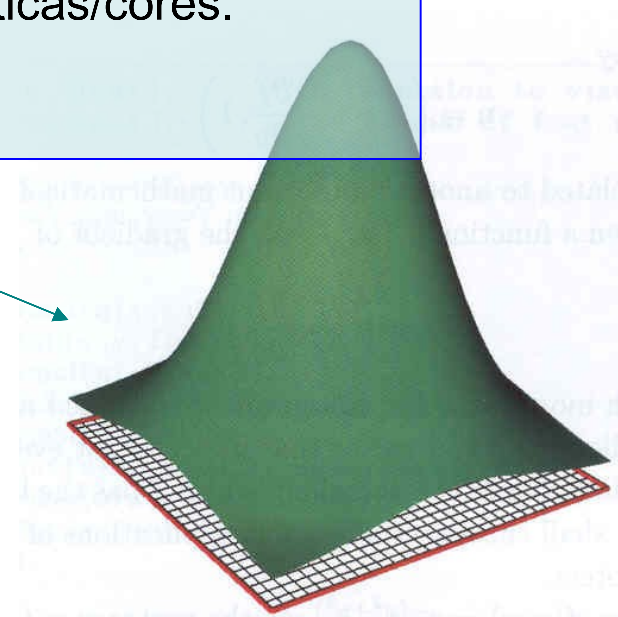
**Amostras**

**Mapeamento:**
Transformar amostras em dados geométricos e seus valores em propriedades ópticas/cores.

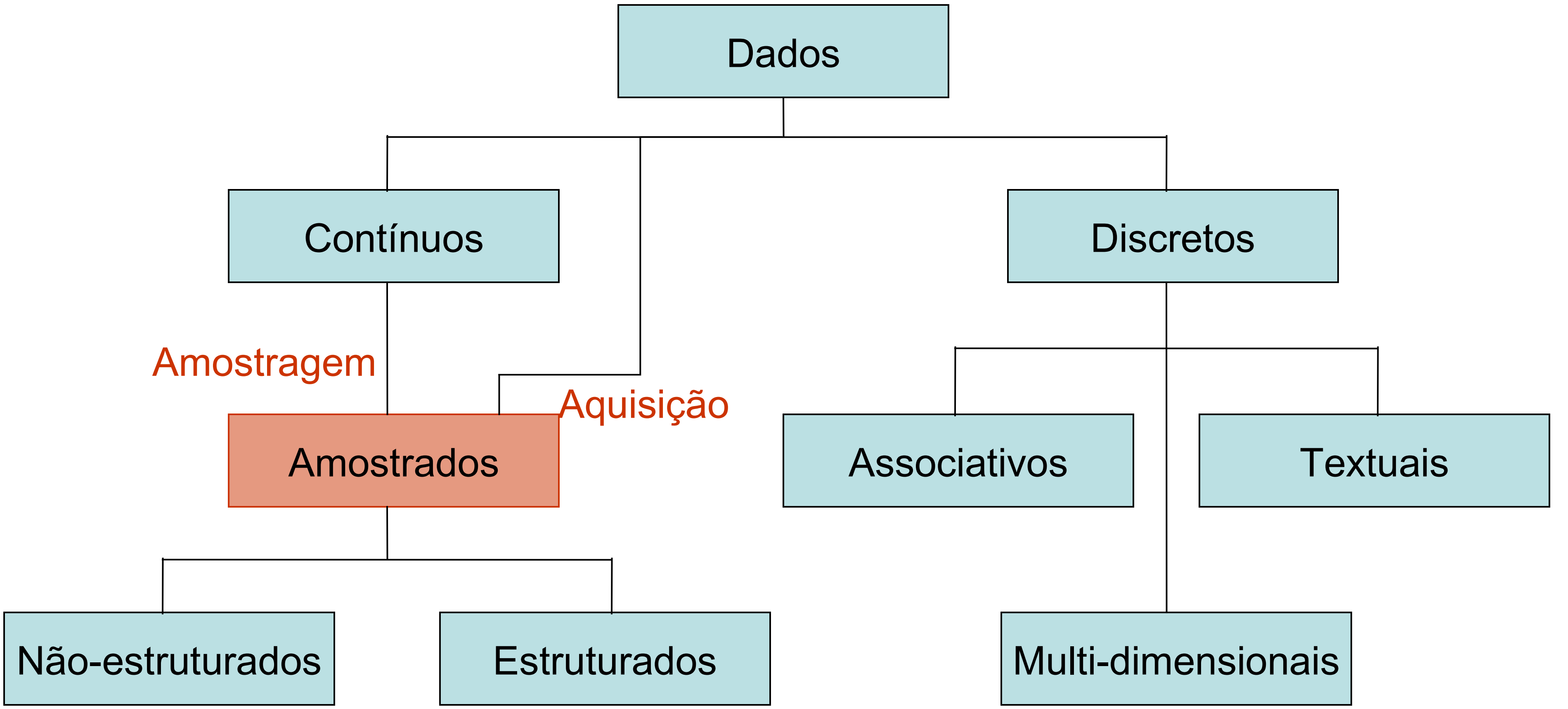
↓

**Primitivas Gráficas**

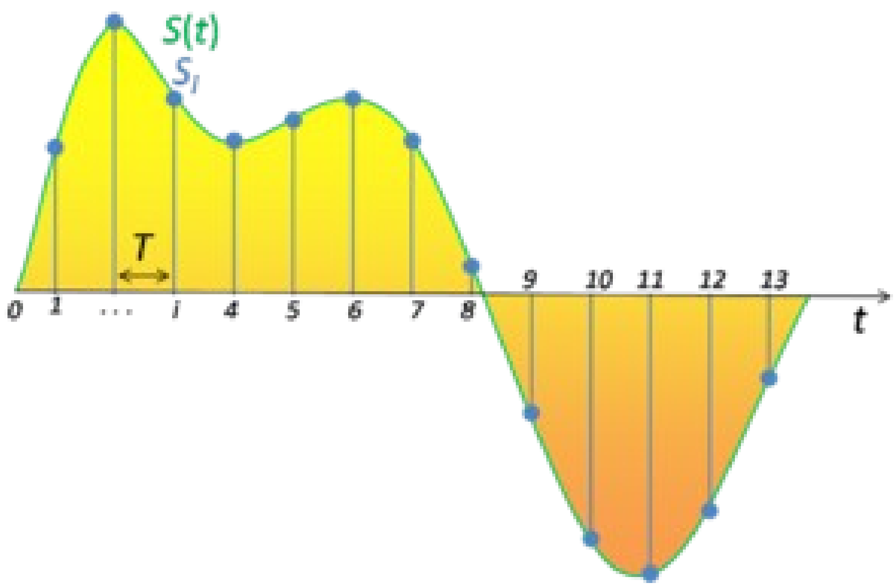
**Síntese de Imagens:**
Transformar dados geométricos (posição e vetores normais), propriedades ópticas destes dados e radiações luminosas incidentes sobre estes dados em cores.

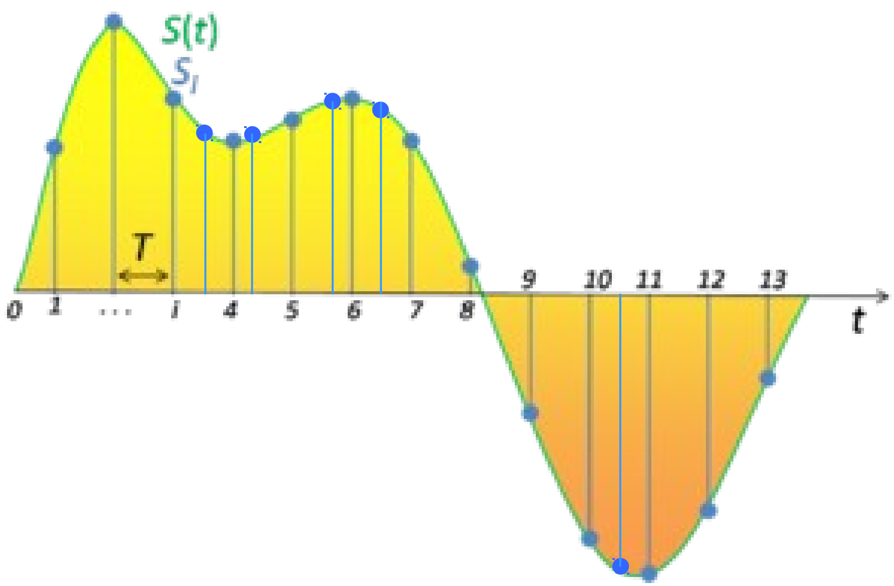


# Dados Amostrados



# Amostragem 1D



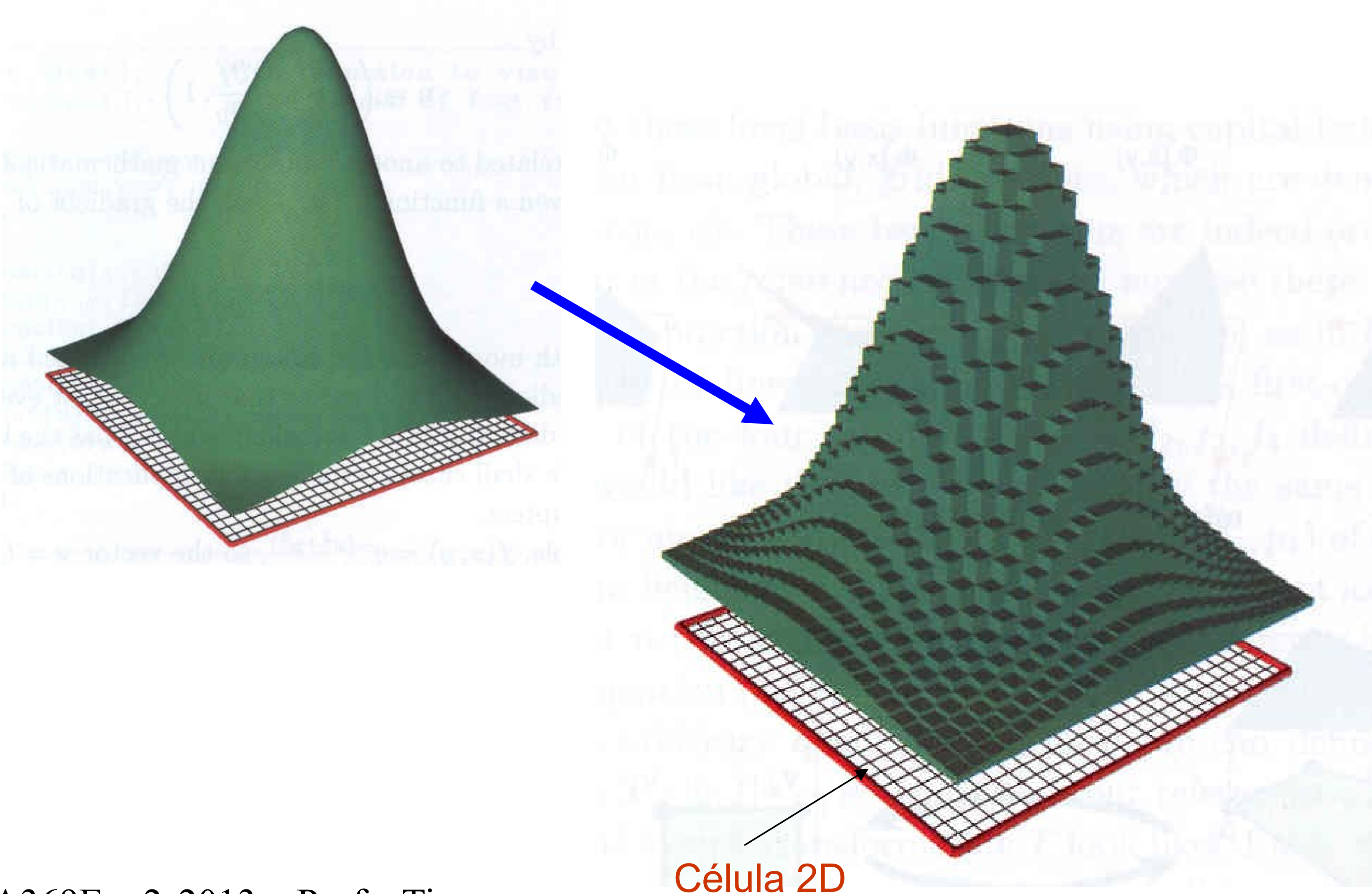

Amostragem uniforme

Amostragem adaptativa

T = intervalo de amostragem

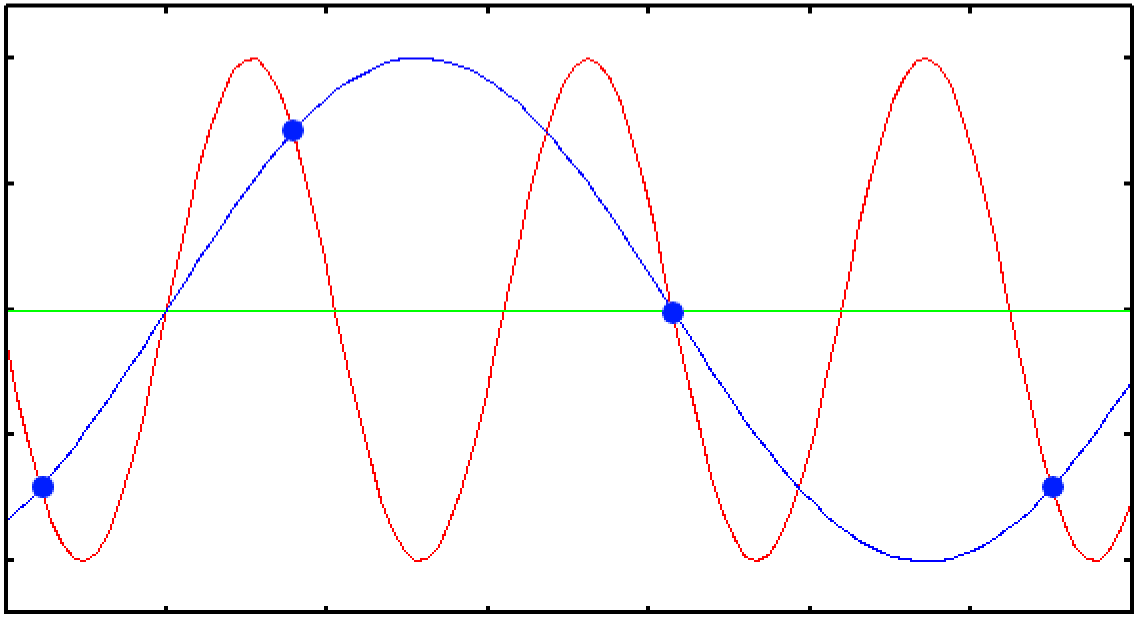
$c_i = [t_i, t_i + T)$ → célula ou elemento

# Amostragem 2D

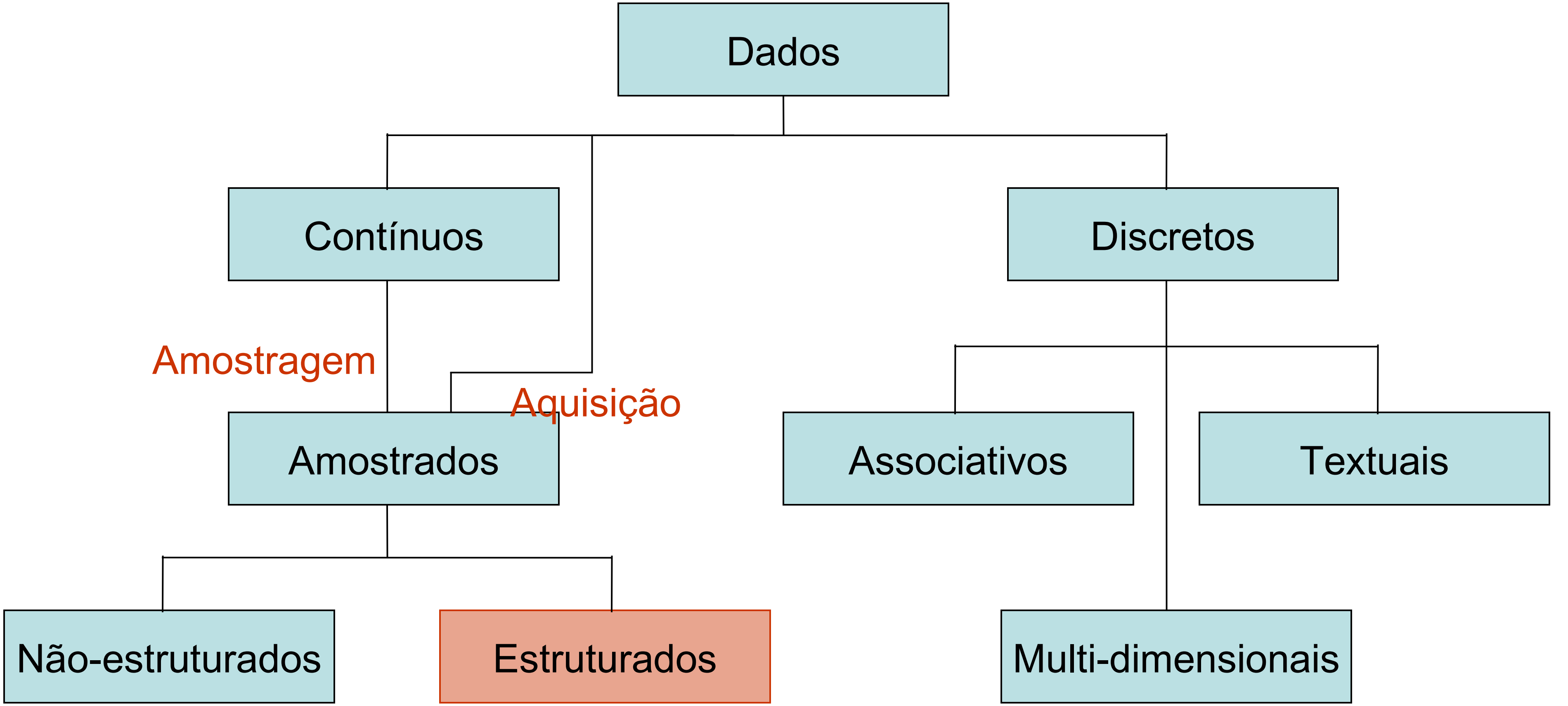


# Amostragem

- Propriedades desejadas:
  - Precisa: reconstrução fiel;
  - Minimalista: número mínimo de amostras;
  - Genérica: comportamento equivalente aos dados contínuos;
  - Eficiente: sob o ponto de vista algorítmico;
  - Simples: algoritmos de baixa complexidade.

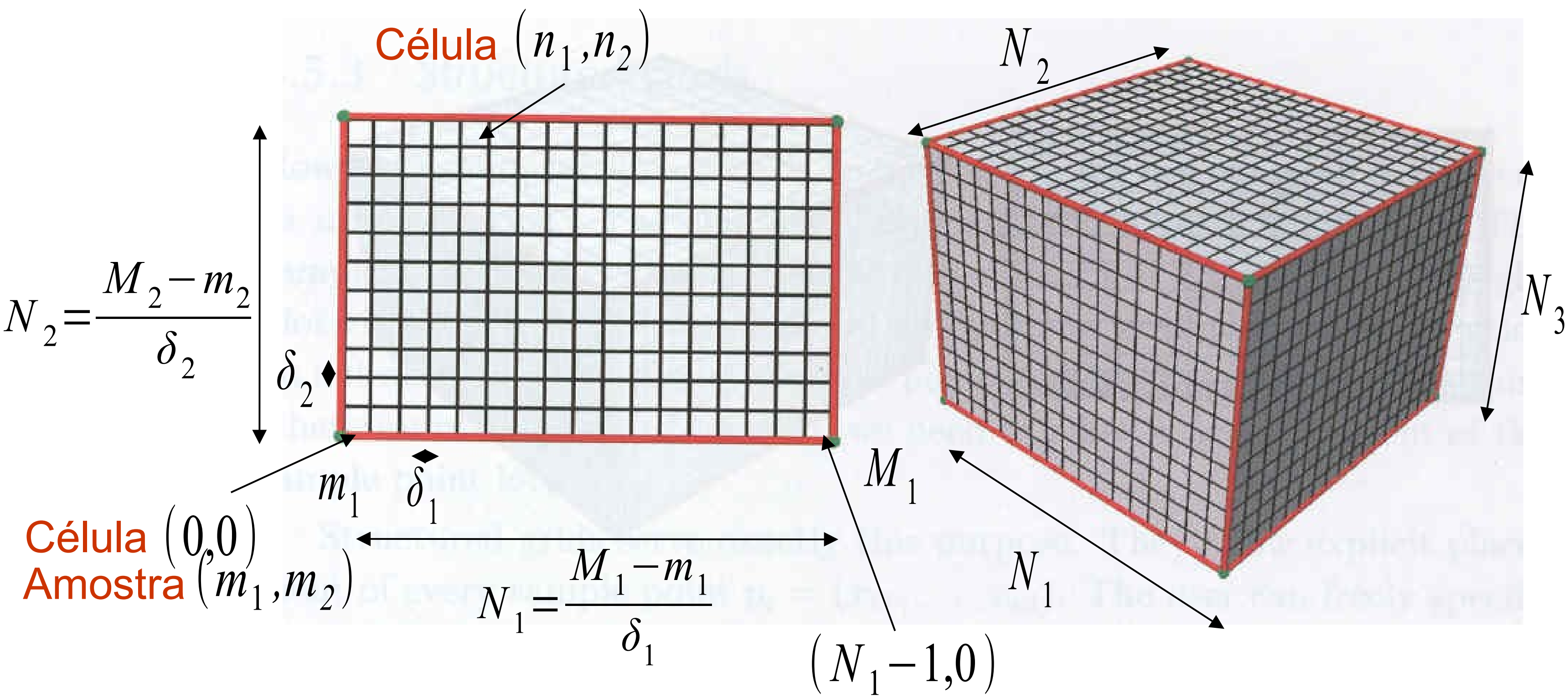


# *Structured Grids*



# Reticulados Uniformes

Amostras $p_i$ são igualmente espaçadas e paralelas aos eixos de referência



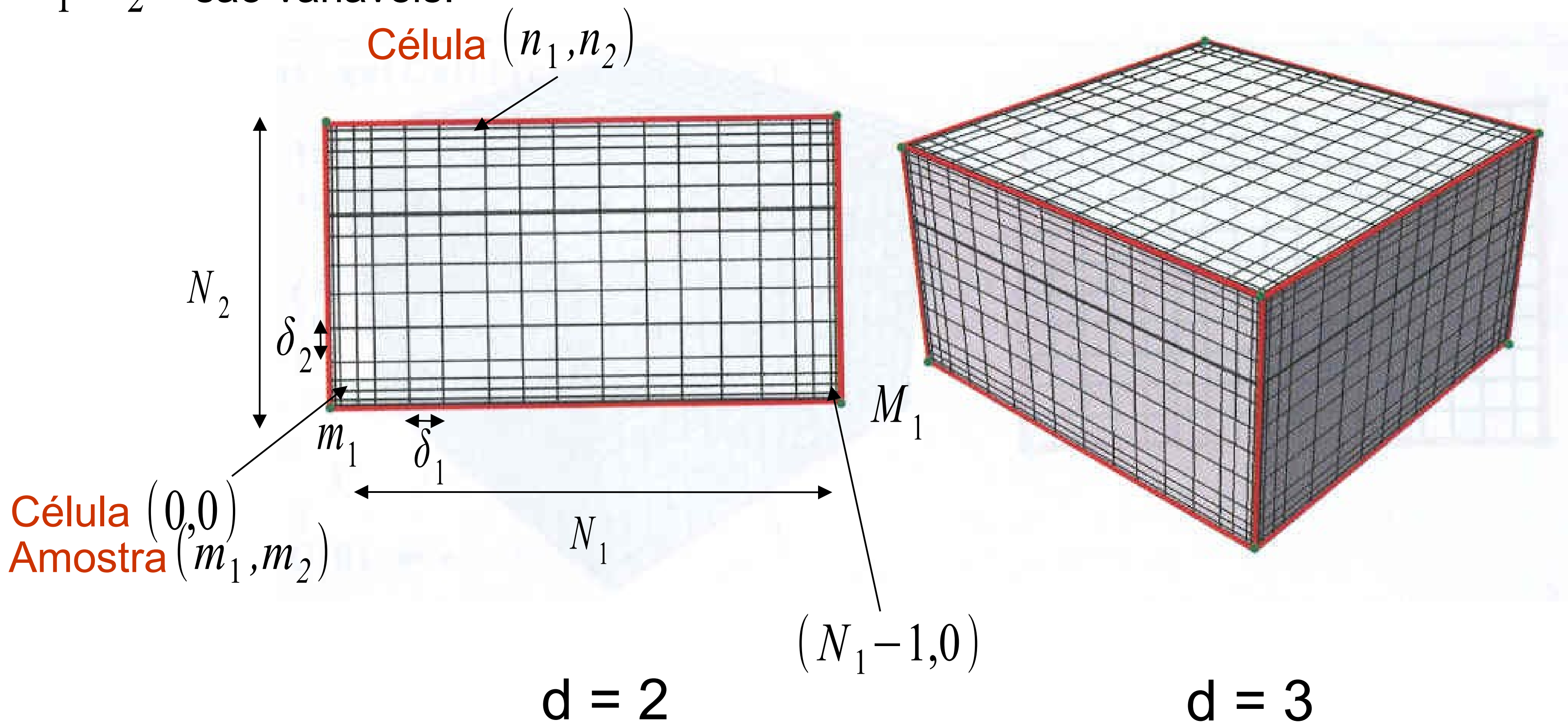

d = 2 ($N_1$x$N_2$ células)

d = 3 ($N_1$x$N_2$x$N_3$ células)

# Reticulados Retangulares

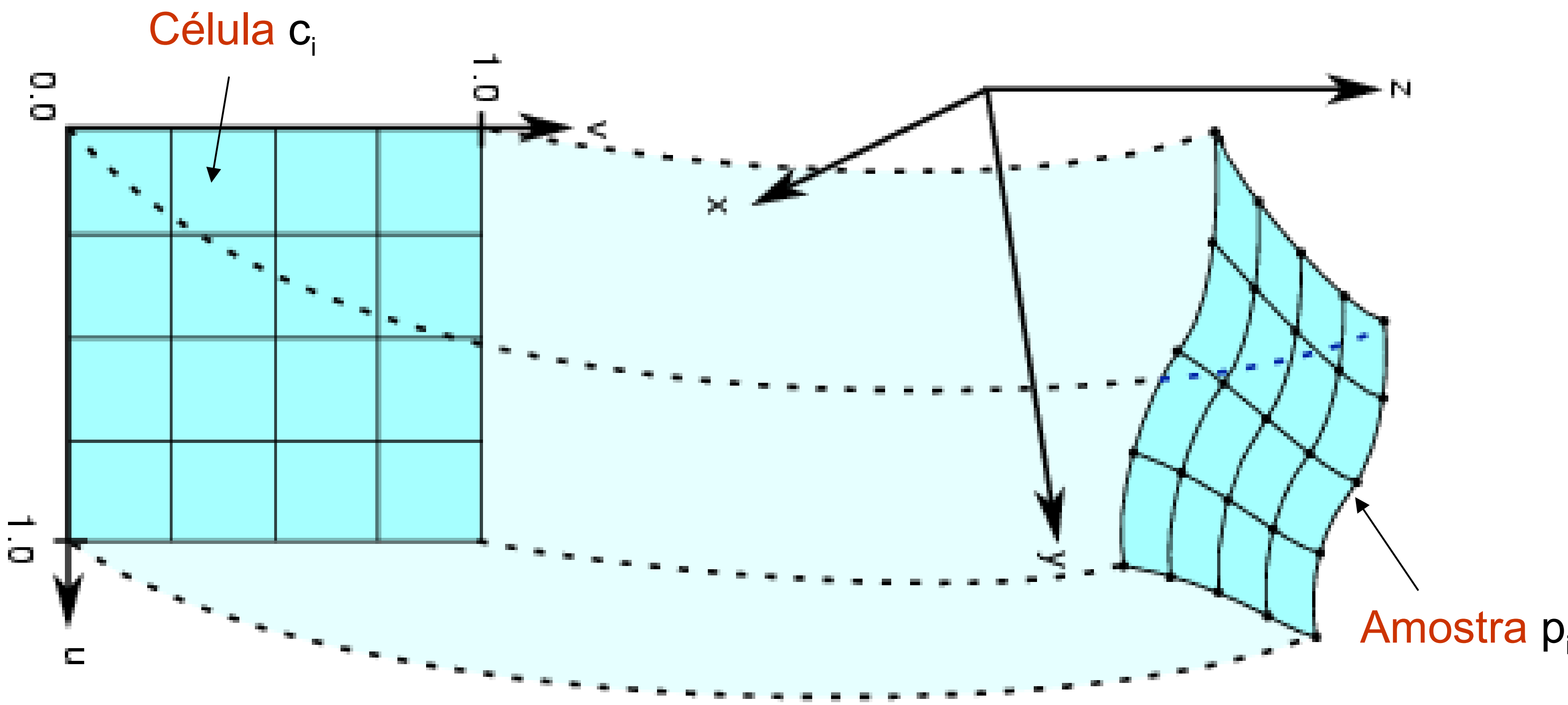
Os espaçamentos das amostras $p_i$ são distintos em cada direção.

$\delta_1, \delta_2$ são variáveis!



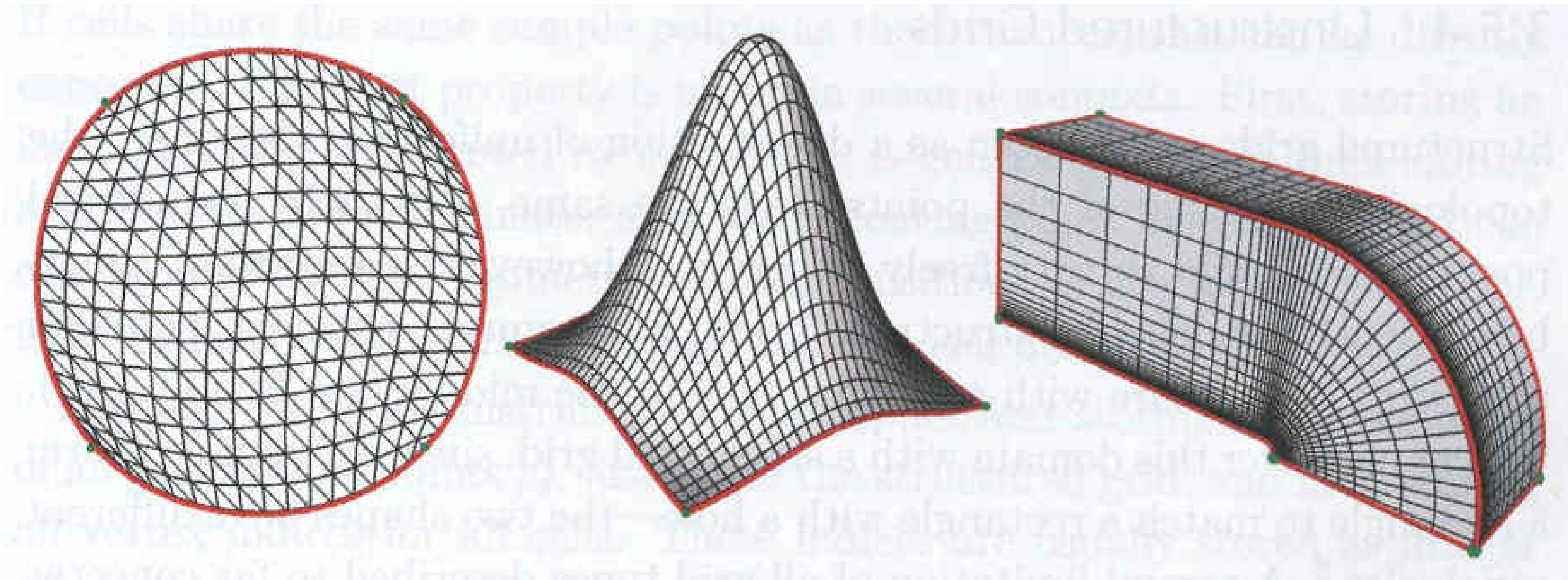
# Malhas Estruturadas

As amostras $p_i$ são conectadas segundo um padrão regular.




Regularidade na conectividade não implica em regularidade na geometria!

# Malhas Estruturadas

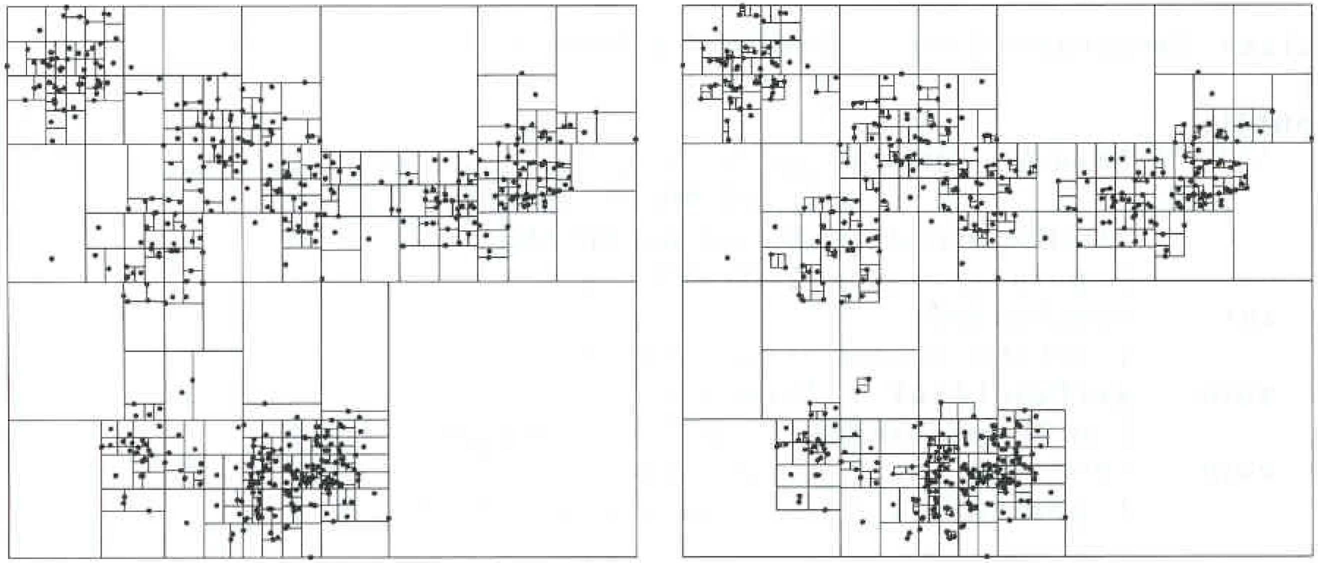


Complexidade de armazenamento: $3\prod_{i=1}^{d} N_i + d$

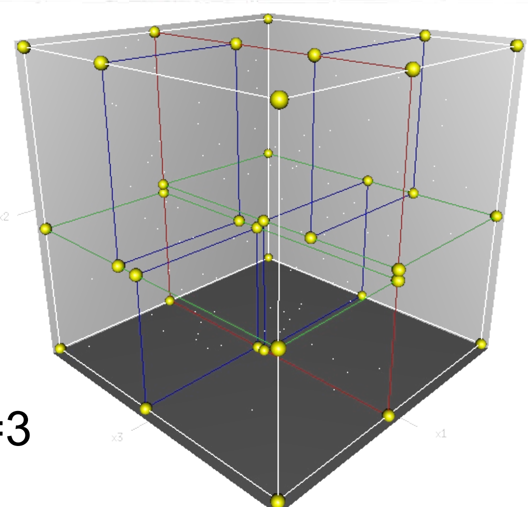
Complexidade em acessos: célula $\leftrightarrow$amostra?

# Estruturas de Árvore

Árvore kd



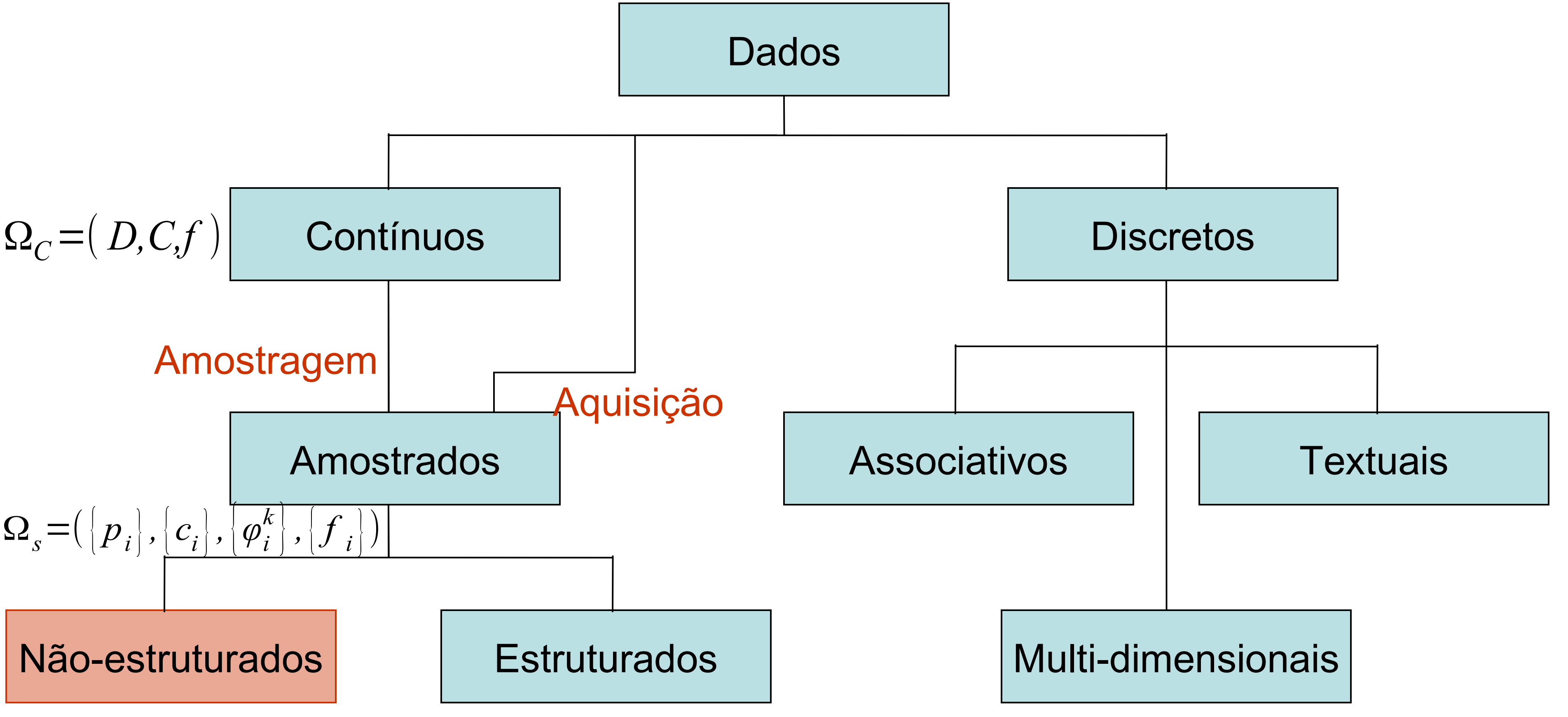
k=2



k=3

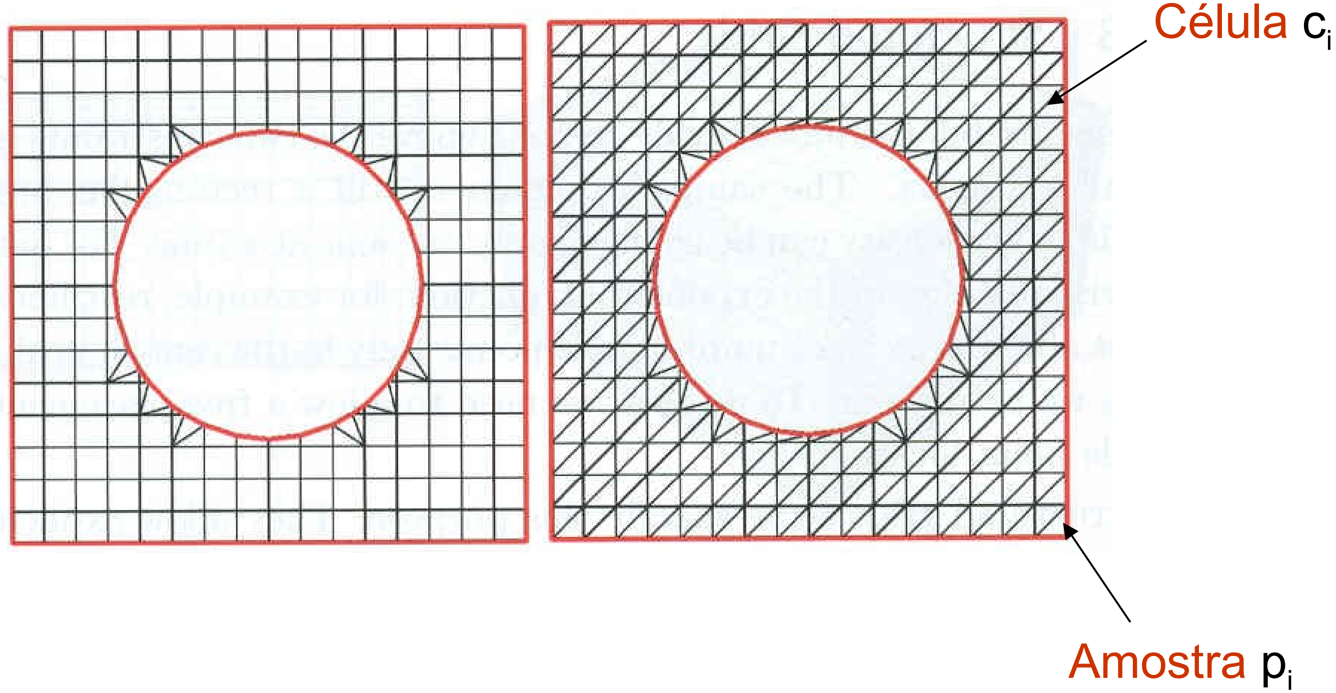
Árvore bd: árvore binária que organiza as amostras multi-dimensionais em subintervalos regulares

# Unstructured Grids



# Grades Não-Estruturadas

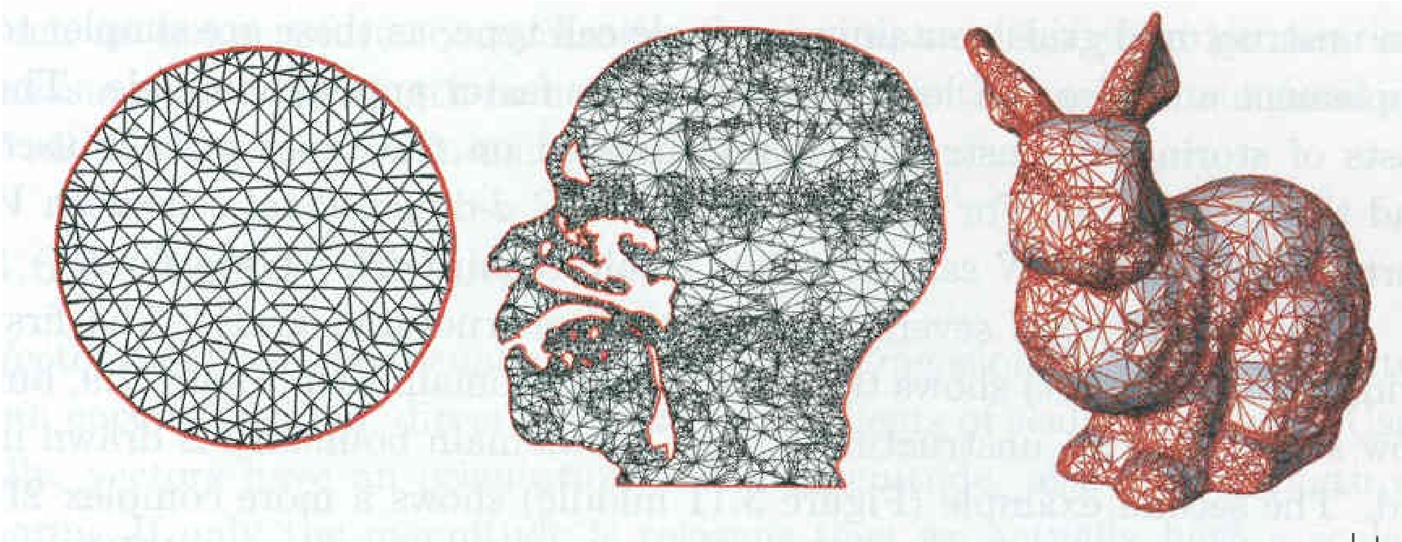
As amostras $p_i$ são conectadas por uma malha de topologia arbitrária.



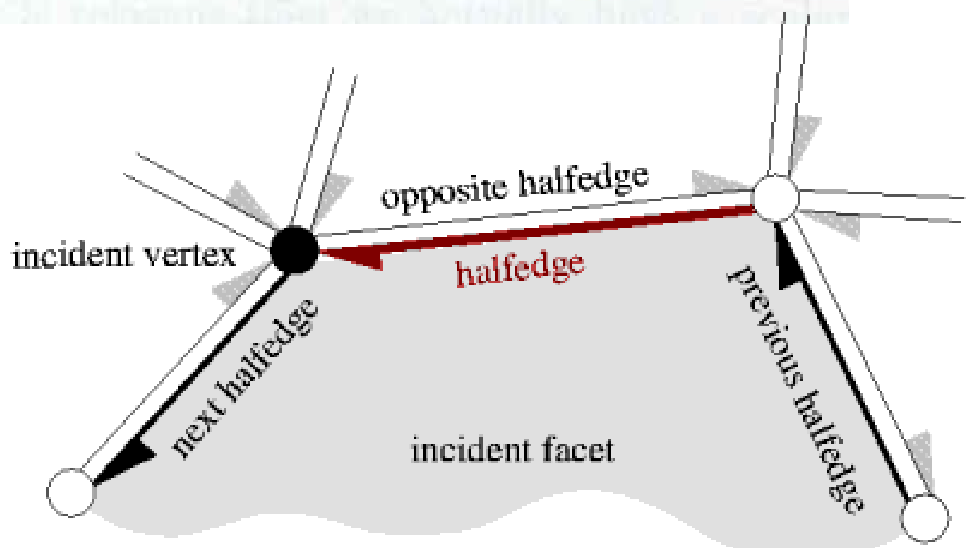

Malha é uma coleção de células não sobreposta.
Célula é contornada por uma coleção de arestas.
Aresta é contornada por uma coleção de vértices.
} Topologia

A geometria de vértices é dada pelas coordenadas das amostras.

# Estrutura *Halfedge*



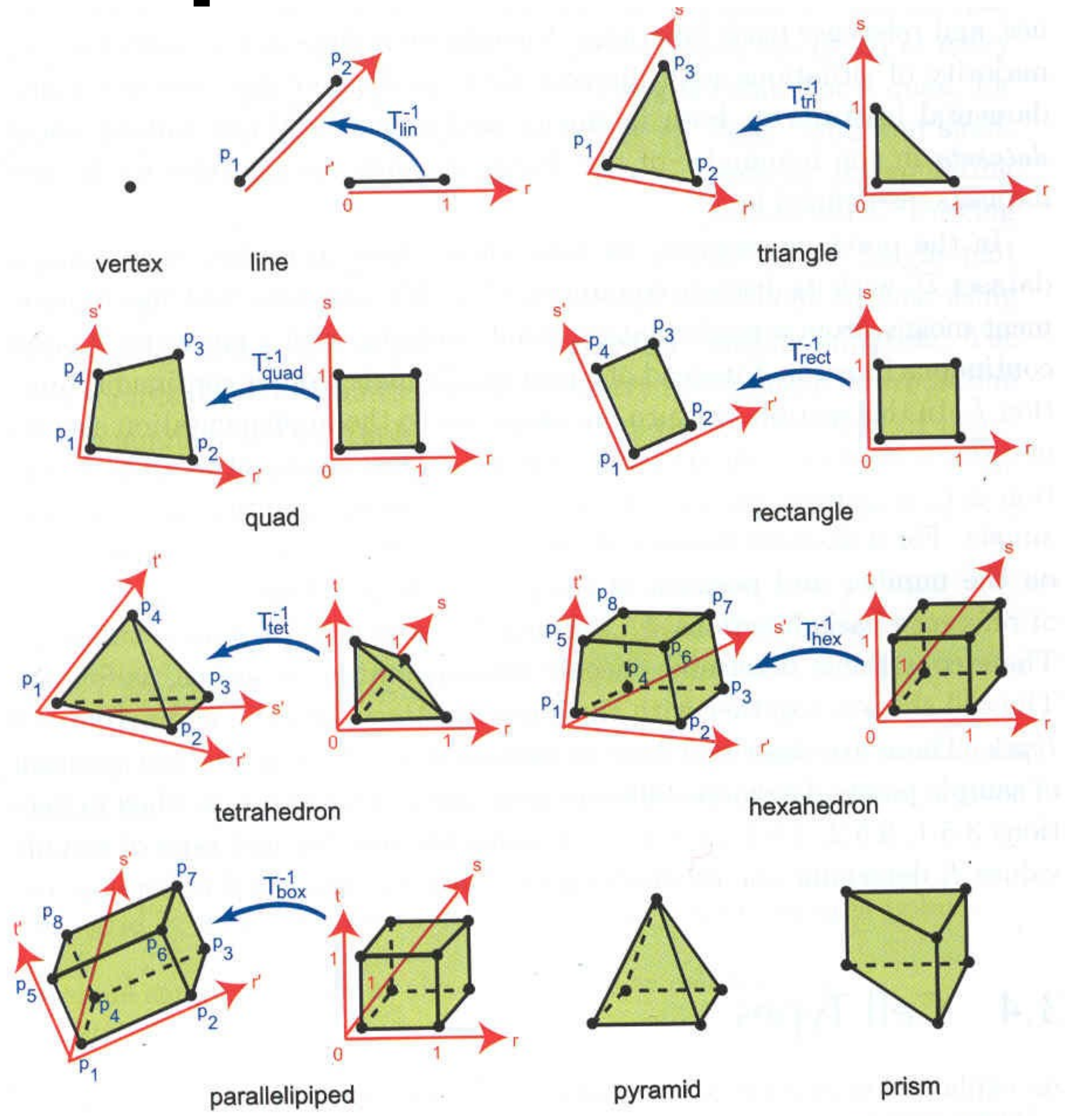
Por eficiência, estruturas mais elaboradas foram desenvolvidas para armazenar a topologia das amostras.
Por exemplo, *halfedge* data structure





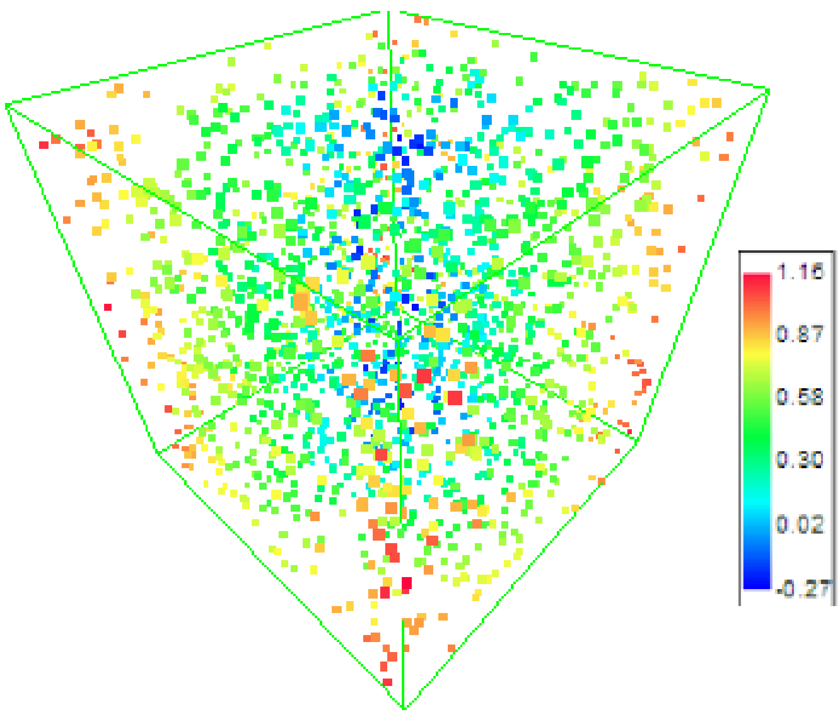

Fonte: CGAL

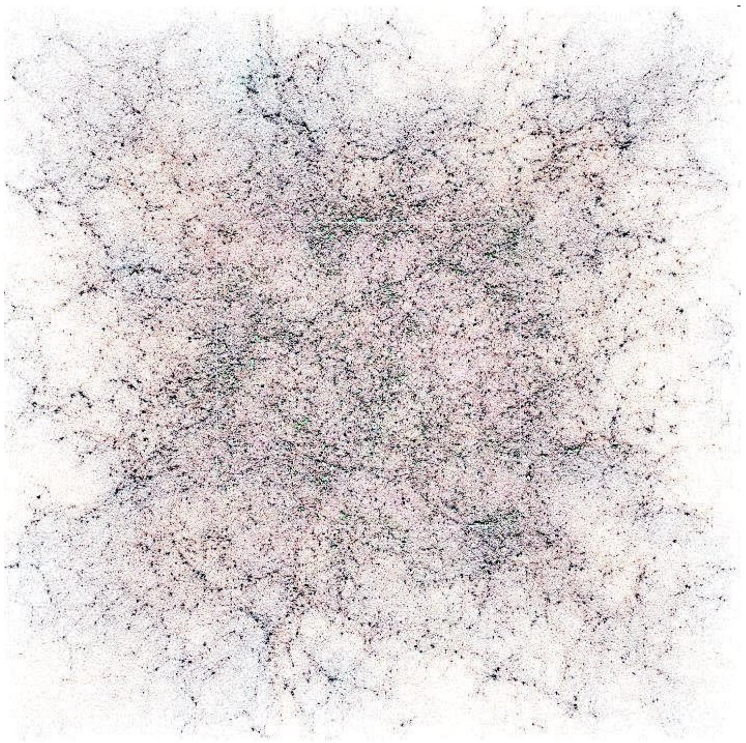
# Tipos de Células



# Amostras Dispersas

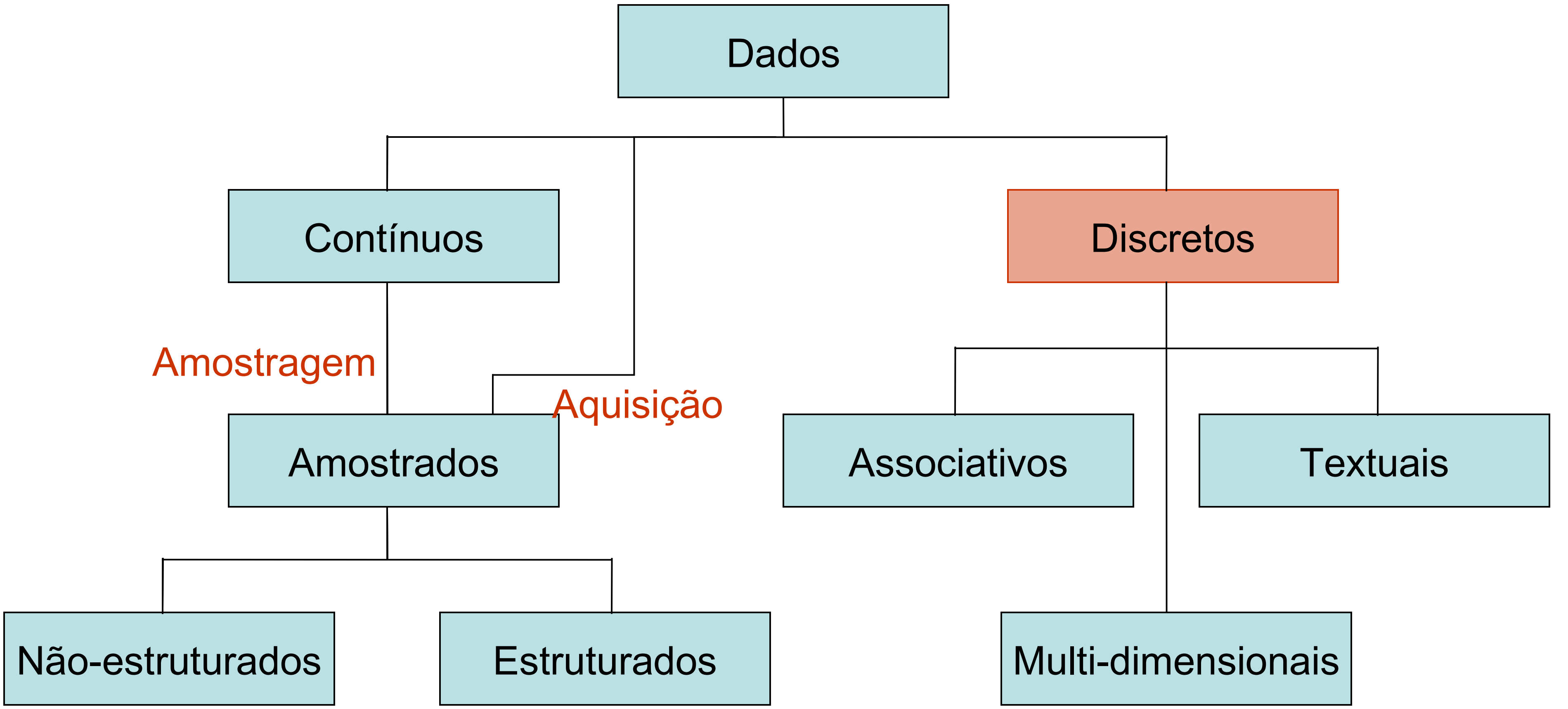
Não se conhece/Não há uma organização das amostras (*meshless*) .



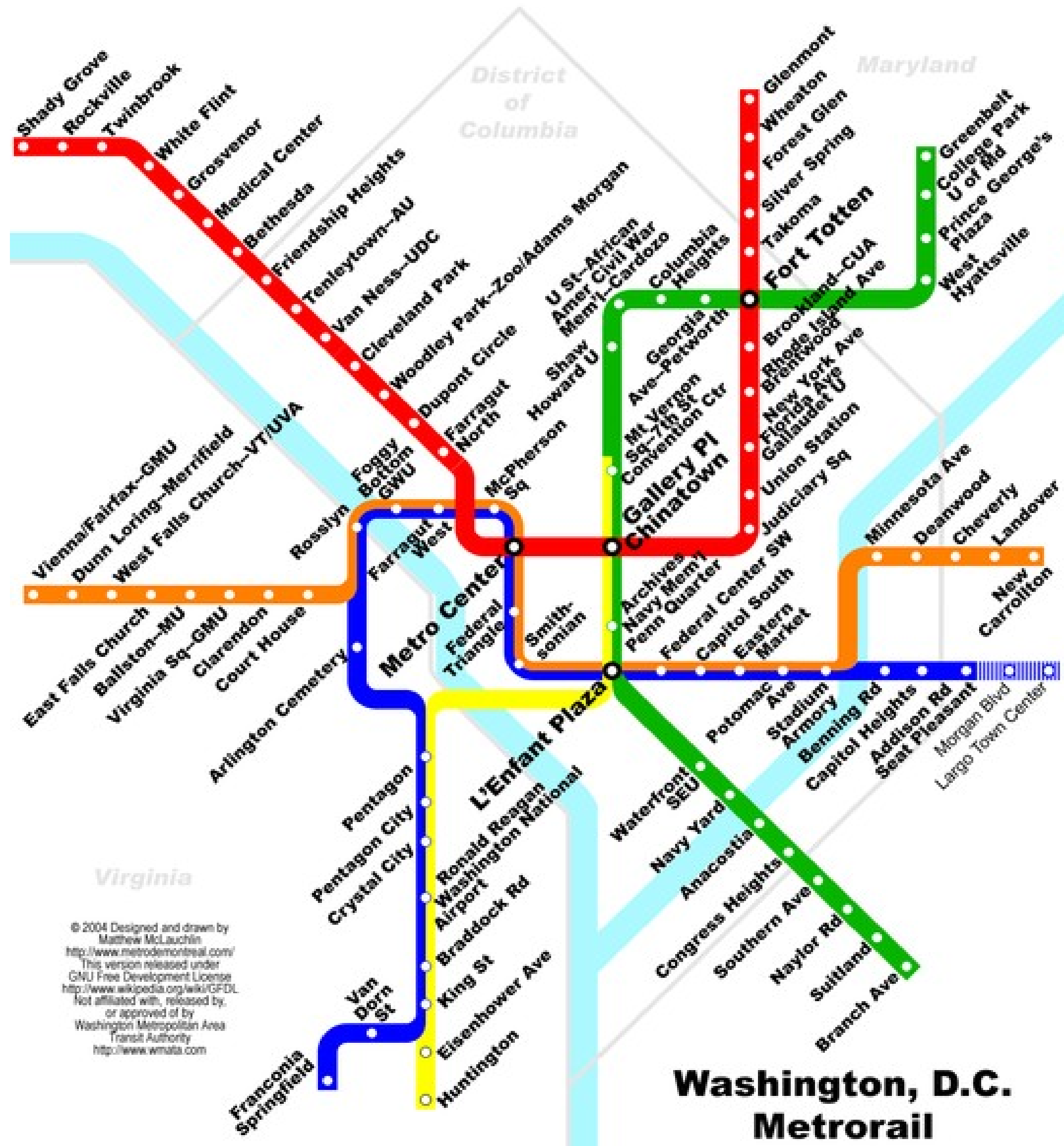
Nuvem de amostras!

# Dados Discretos

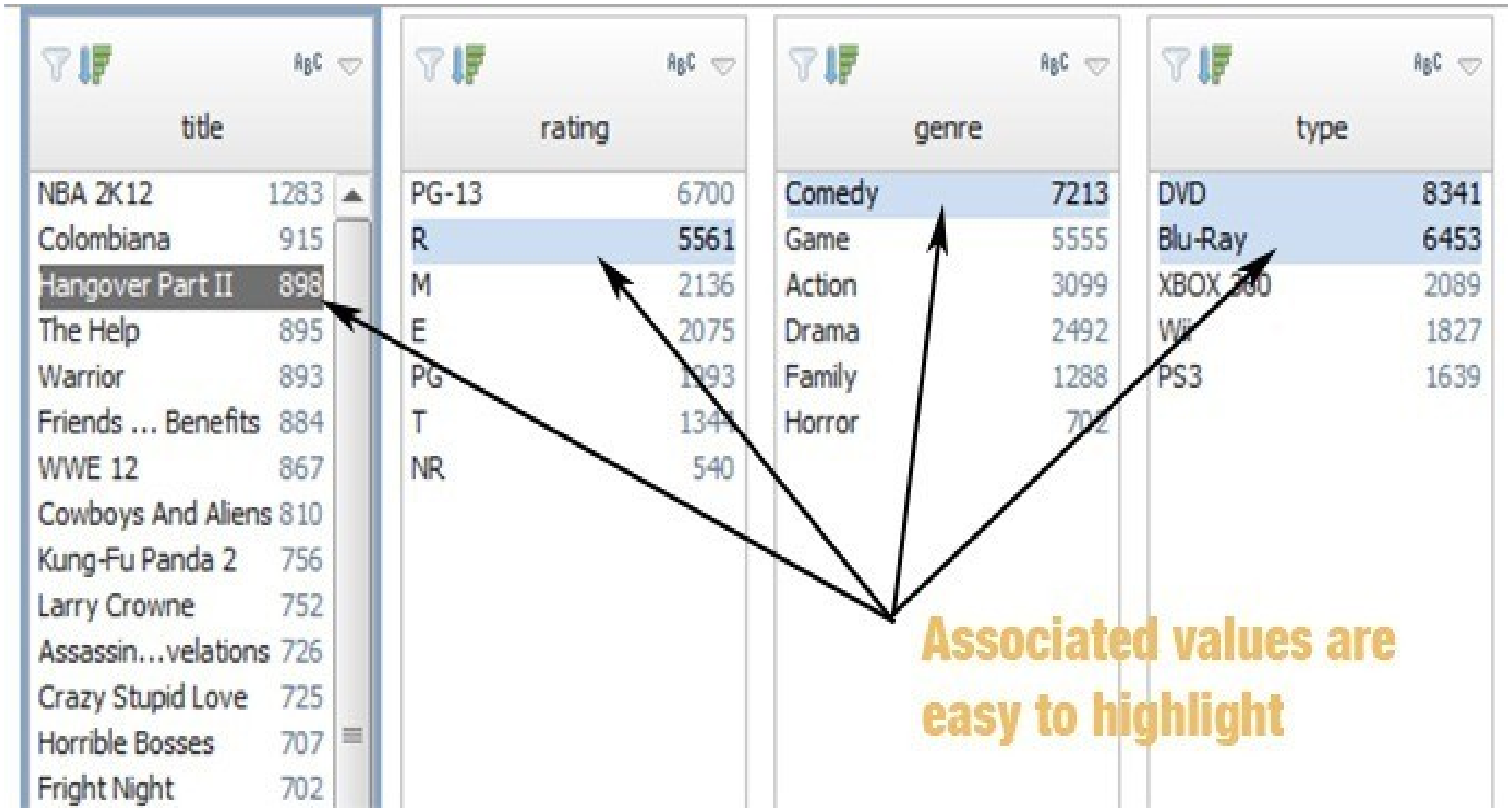


# Dados Discretos

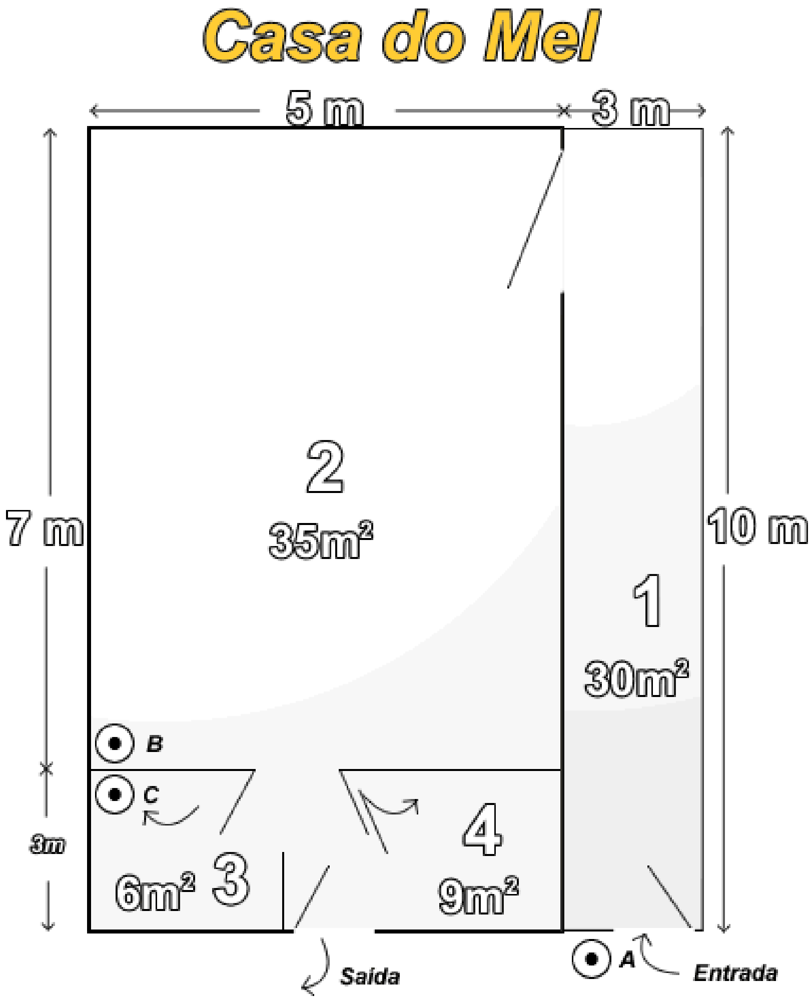
São dados de natureza intrinsicamente discreta, representável por uma função “descontínua”.



# Dados Textuais



# Atributos Escalares




Escalares:

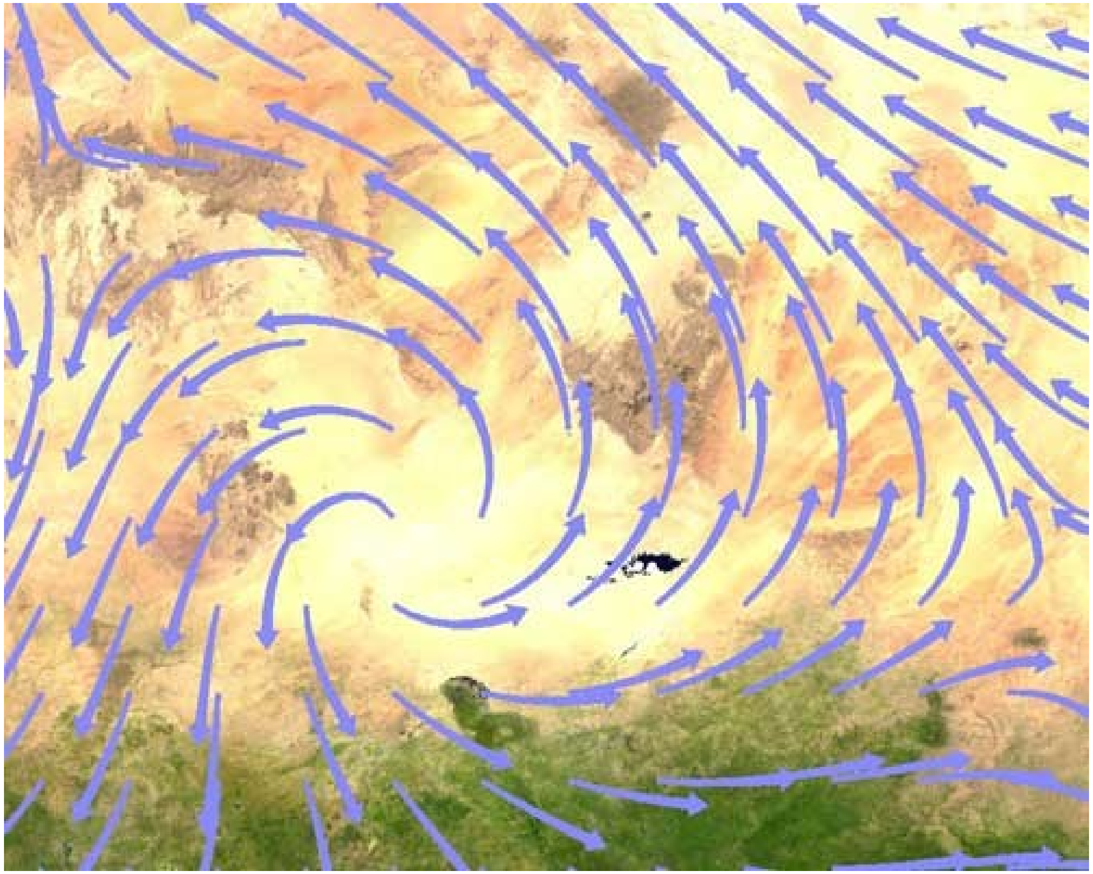
$$f(X) \subset R$$

Vetores

Tensores

Cores

# Atributos Vetoriais



Escalares:

$$f(X) \subset R$$

Vetores:

$$f(X) \subset R^d$$

Tensores

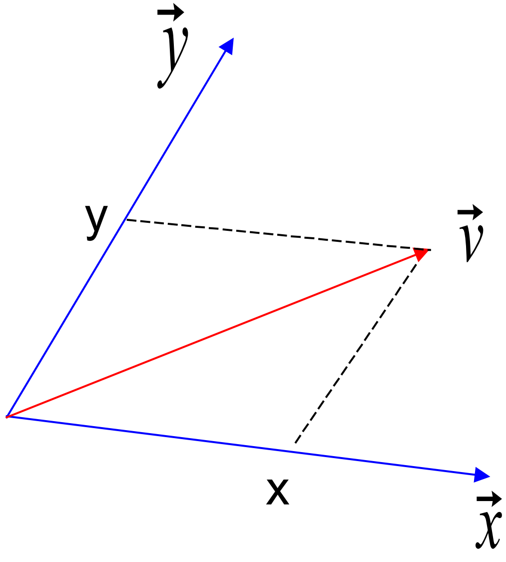
Cores

Intensidade e direção de vento codificada em setas.

# Tipos de Vetores

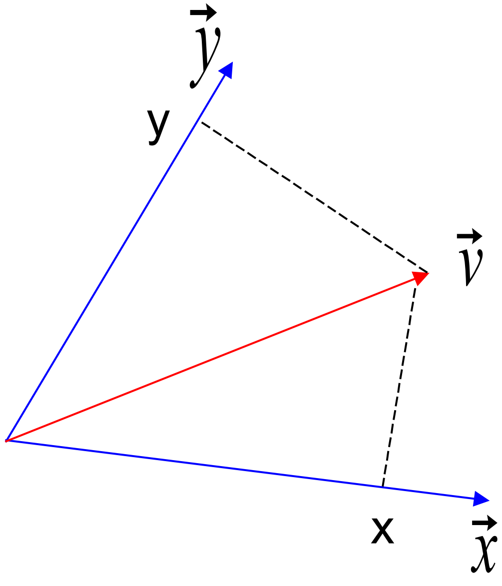
- Contravariantes

$$\vec{v} = \begin{bmatrix} \vec{x} & \vec{y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

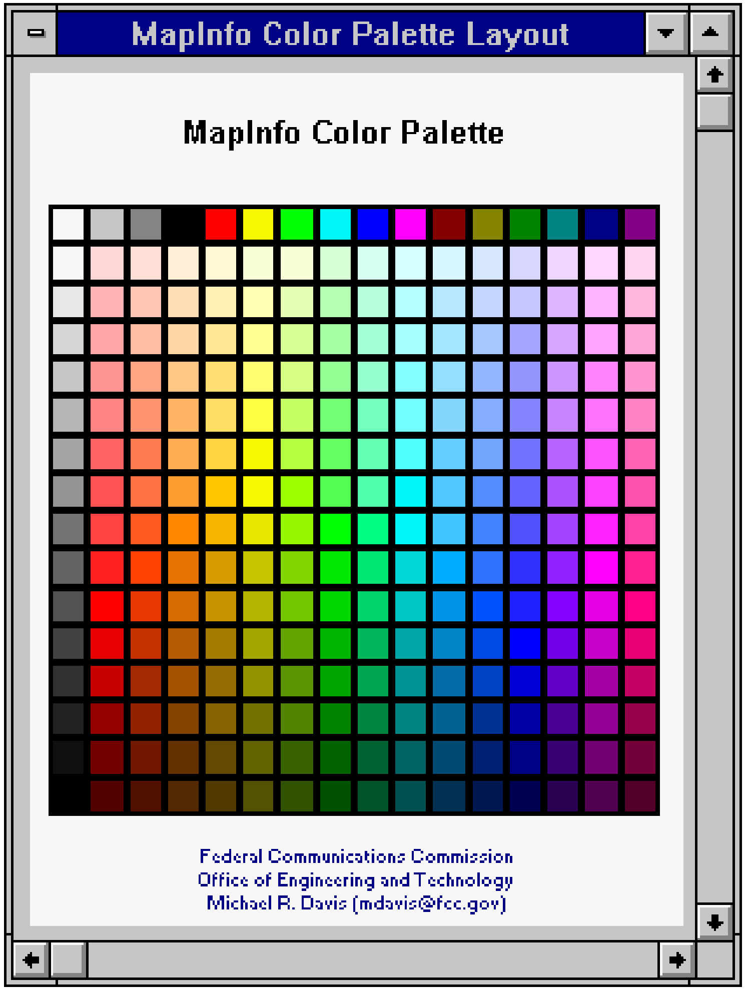



- Covariantes

$$\begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{x} \cdot \vec{v} & \vec{y} \cdot \vec{v} \end{bmatrix}$$



# Cores




Escalares:

$$f(X) \subset R$$

Vetores:

$$f(X) \subset R^d$$

**Cores**

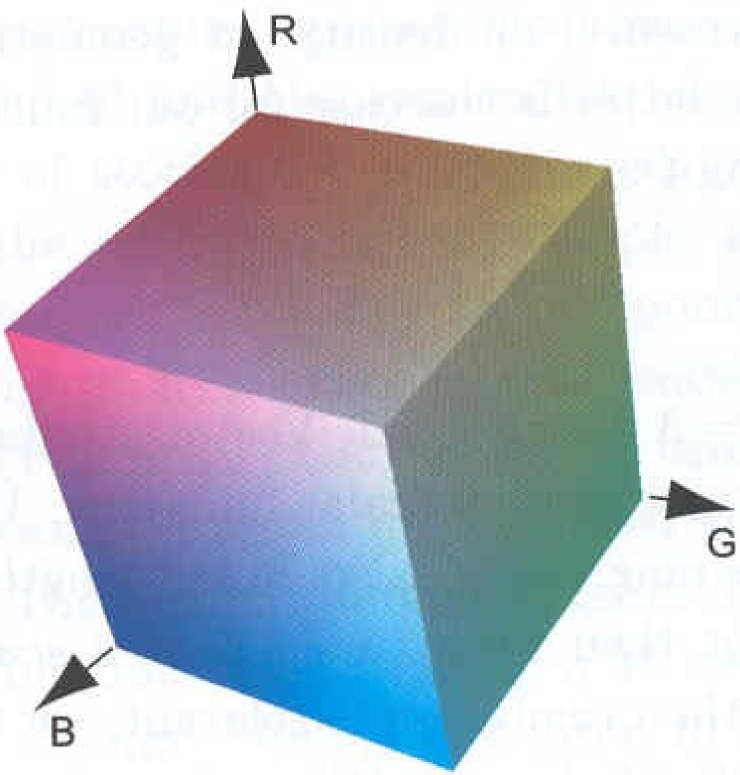
$$f(X) \subset R^3$$

Tensores:

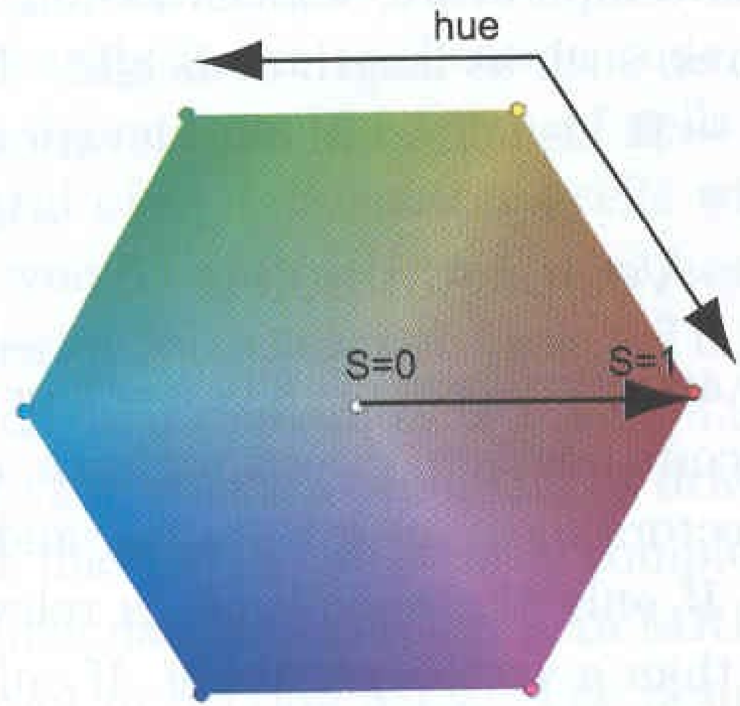
Escalares (tensores de rank 0) + vetores (tensores de rank 1) + outros arranjos matriciais de escalares

# Modelos de Cor

Representação de cores: vetores $R^3$ ou $N^3$

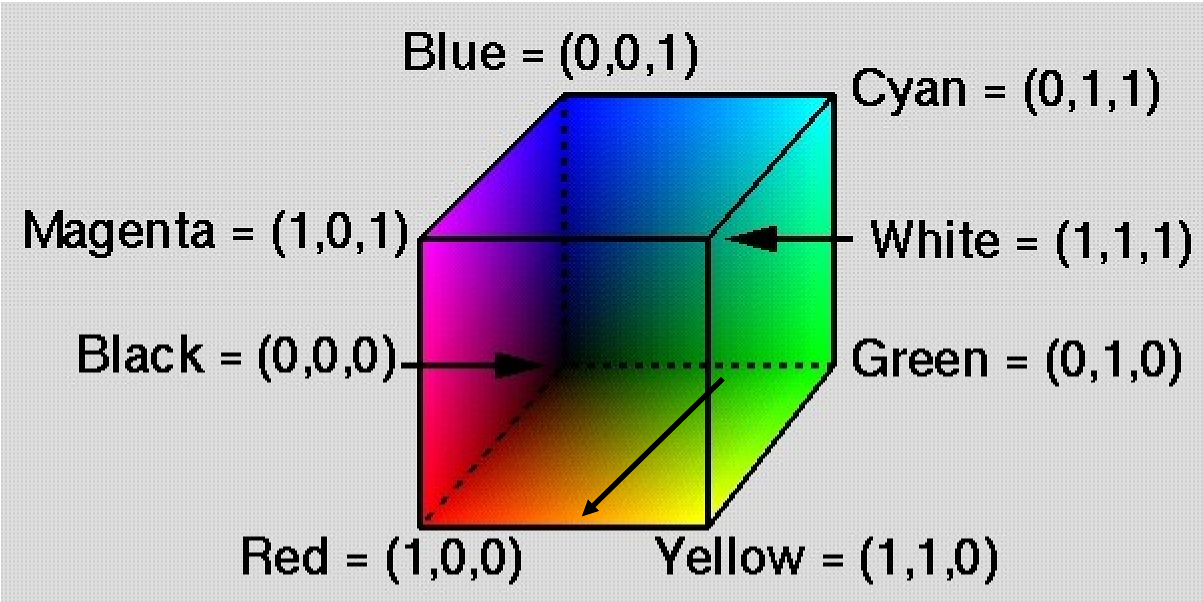


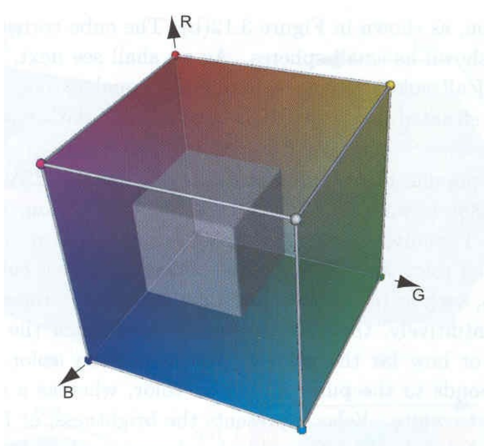

RGB
(vermelho,verde,azul)

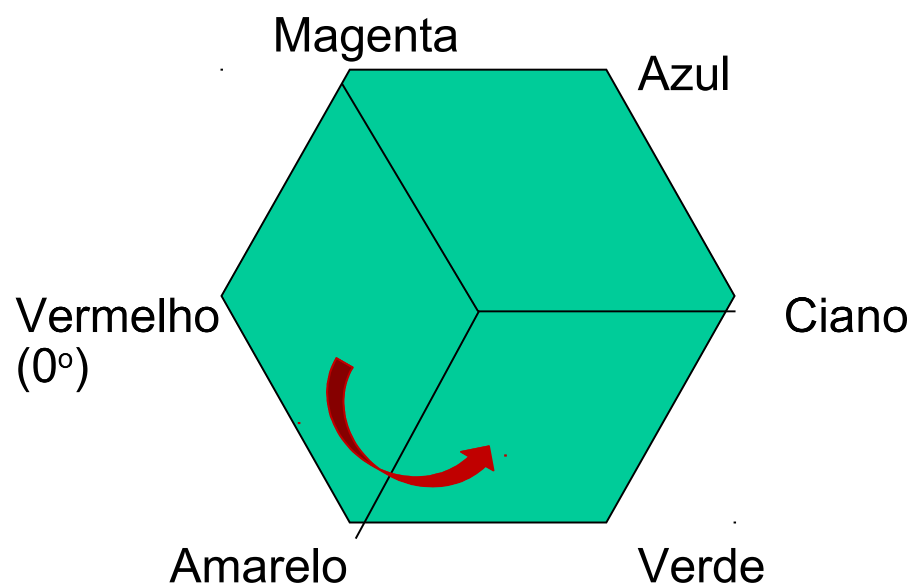



HSV
(matiz, saturação, valor)

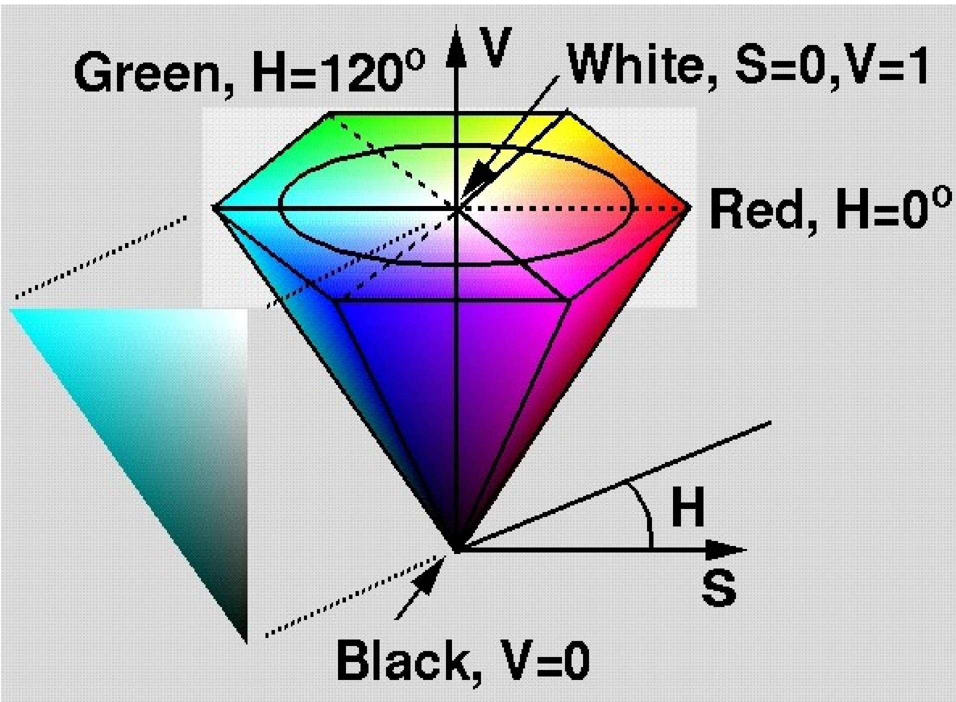
# Modelo de Cor HSV



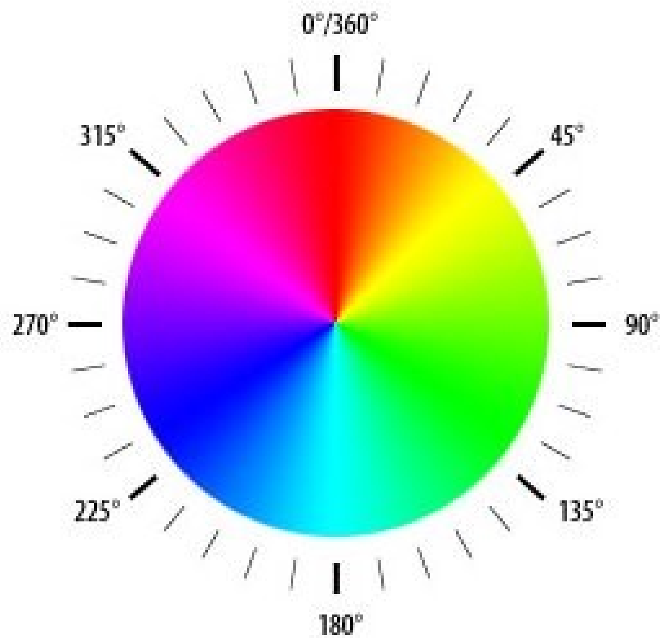
# Hexágono de Cor HSV

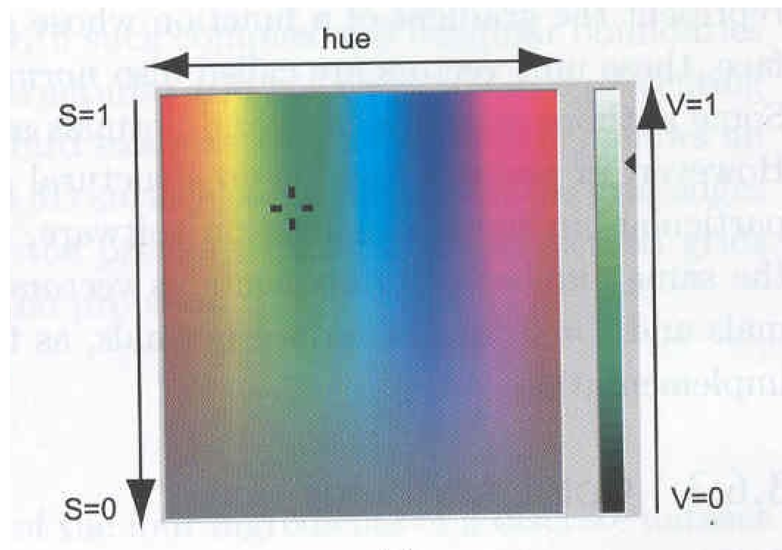




Matiz: comprimento de onda
Saturação: pureza da cor
Valor: brilho da cor

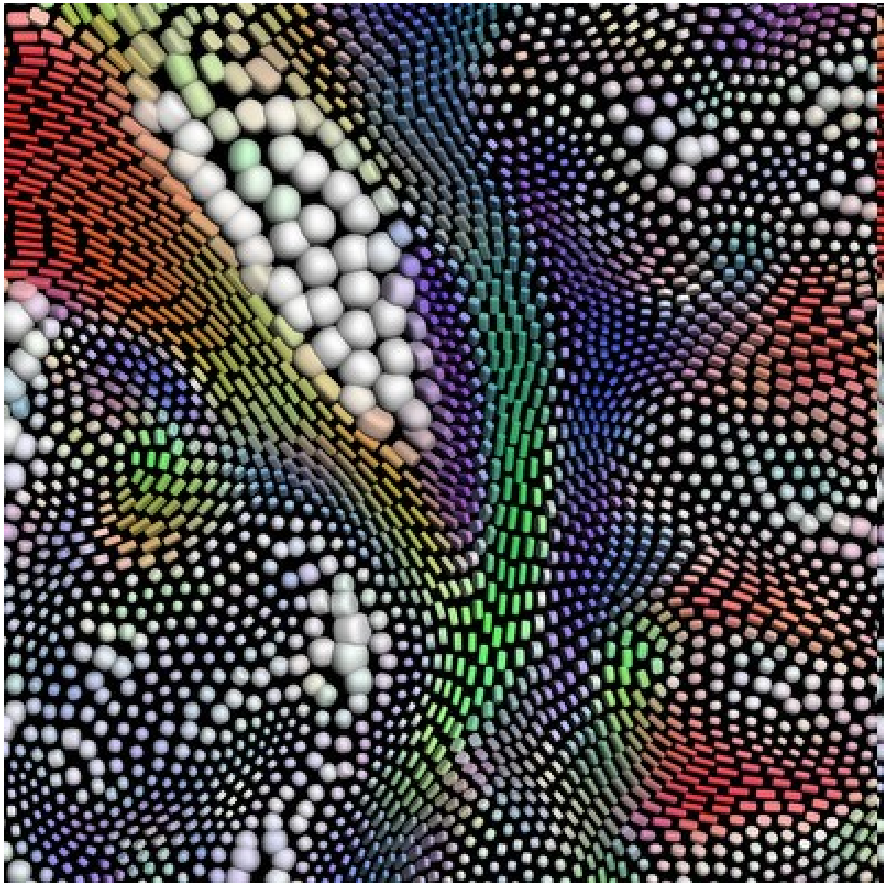
# Disco de Cor HSV



# Atributos Tensoriais

Generalização de “quantidades geométricas” em *R*$^d$



Escalares:

$$f\left(X\right)\subset R$$

Vetores:

$$f\left(X\right)\subset R^d$$

Cores

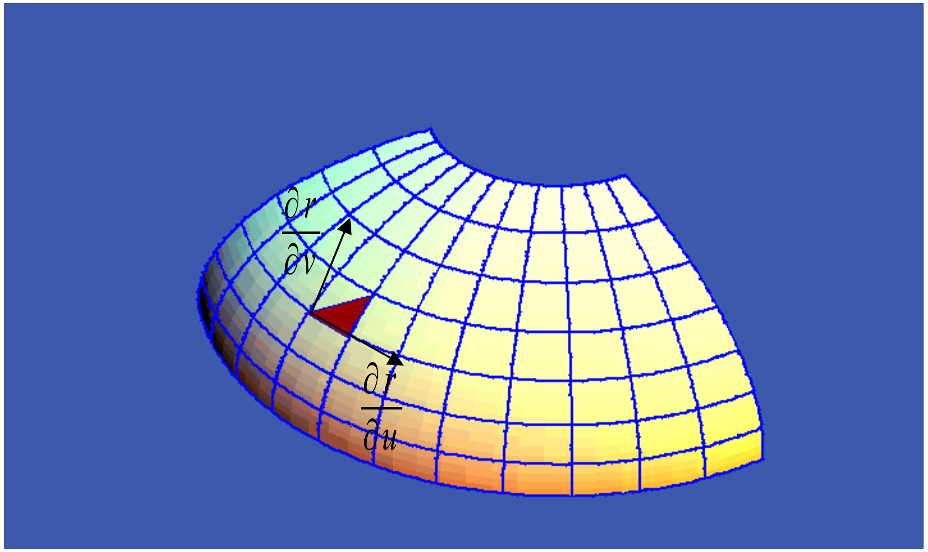
$$f\left(X\right)\subset R^3$$

Tensores:

Escalares (tensores de rank 0) + vetores (tensores de rank 1) + outros arranjos matriciais de escalares

Difusão de líquido em distintas direções

# Tensor Métrico

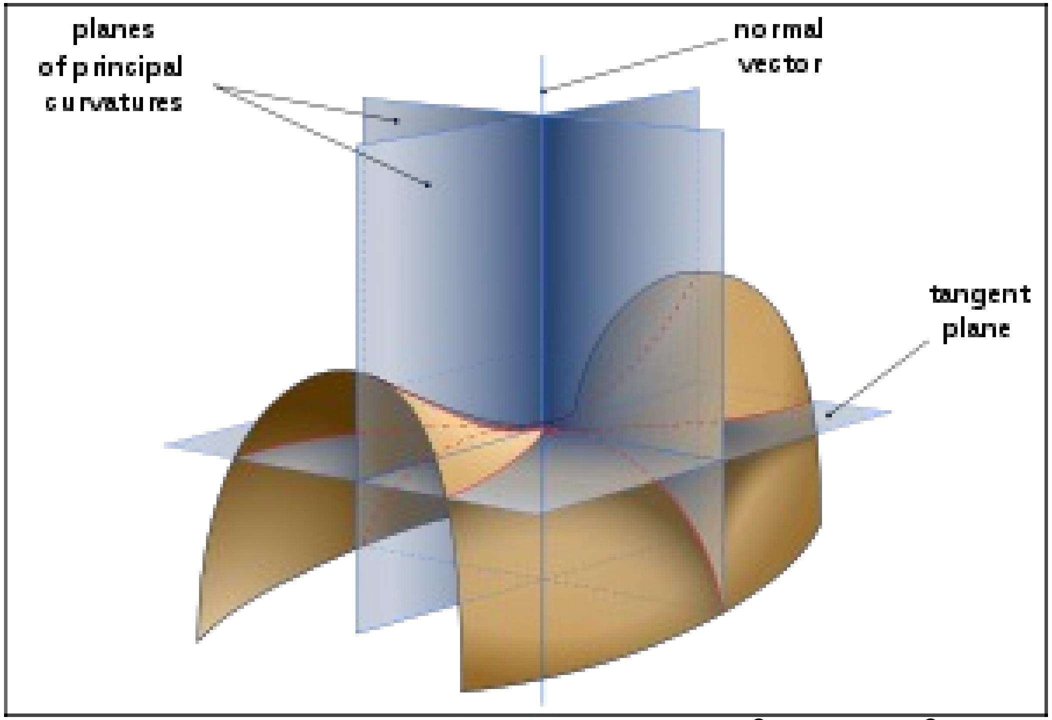


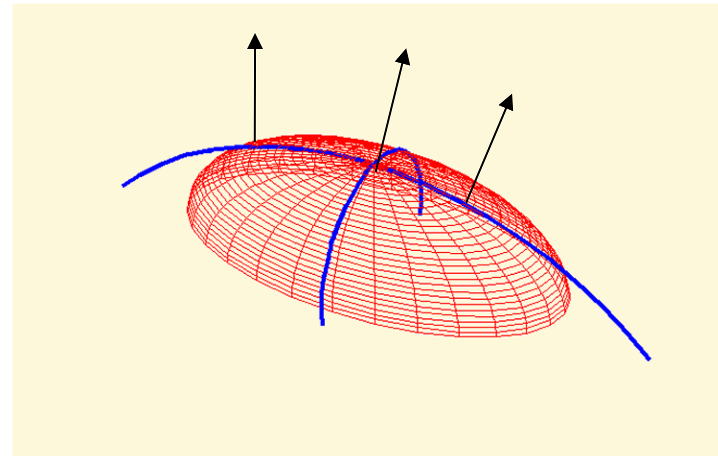

$$ds = \frac{\partial r}{\partial u} du + \frac{\partial r}{\partial v} dv$$

$$ds \cdot ds = \left(\frac{\partial r}{\partial u} du + \frac{\partial r}{\partial v} dv\right) \cdot \left(\frac{\partial r}{\partial u} du + \frac{\partial r}{\partial v} dv\right)$$

$$ds^2 = \underbrace{\frac{\partial r}{\partial u}\frac{\partial r}{\partial u}}_{E} du^2 + 2\underbrace{\frac{\partial r}{\partial u}\frac{\partial r}{\partial v}}_{F} dudv + \underbrace{\frac{\partial r}{\partial v}\frac{\partial r}{\partial v}}_{G} dv^2$$

# Tensor de Curvatura



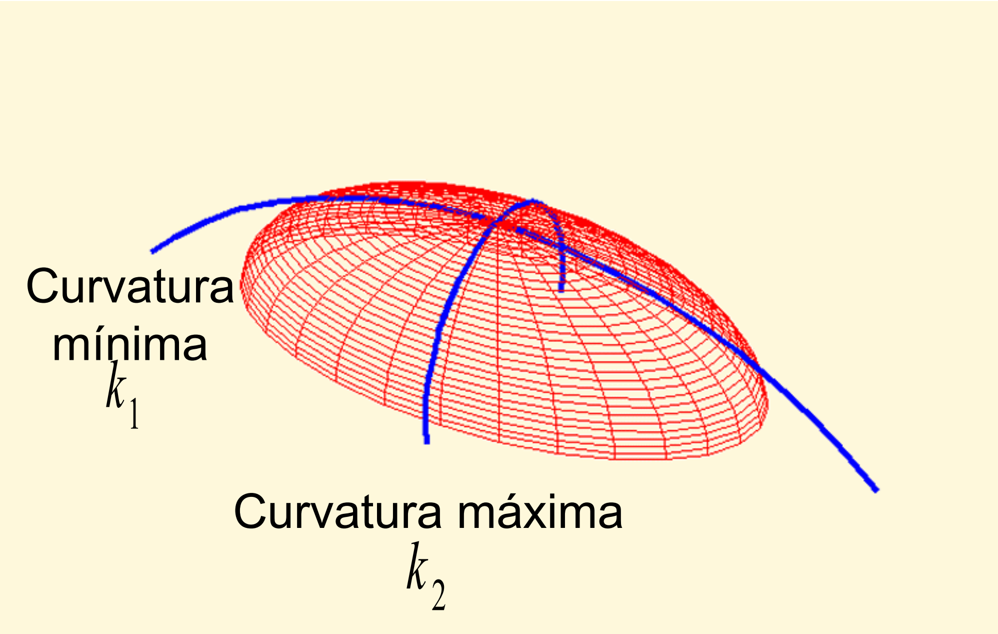



$$-ds\cdot dn = -\left(\frac{\partial r}{\partial u}du + \frac{\partial r}{\partial v}dv\right)\cdot\left(\frac{\partial n}{\partial u}du + \frac{\partial n}{\partial v}dv\right)$$

$$-ds\cdot dn = -\frac{\partial r}{\partial u}\frac{\partial n}{\partial u}du^2 - \frac{\partial r}{\partial u}\frac{\partial n}{\partial v}dudv - \frac{\partial n}{\partial u}\frac{\partial r}{\partial v}dudv - \frac{\partial r}{\partial v}\frac{\partial n}{\partial v}dv^2$$

$$-ds\cdot dn = -\underbrace{\frac{\partial r}{\partial u}\frac{\partial n}{\partial u}}_{e}du^2 - 2\underbrace{\frac{\partial r}{\partial u}\frac{\partial n}{\partial v}}_{f}dudv - \underbrace{\frac{\partial r}{\partial v}\frac{\partial n}{\partial v}}_{g}dv^2$$

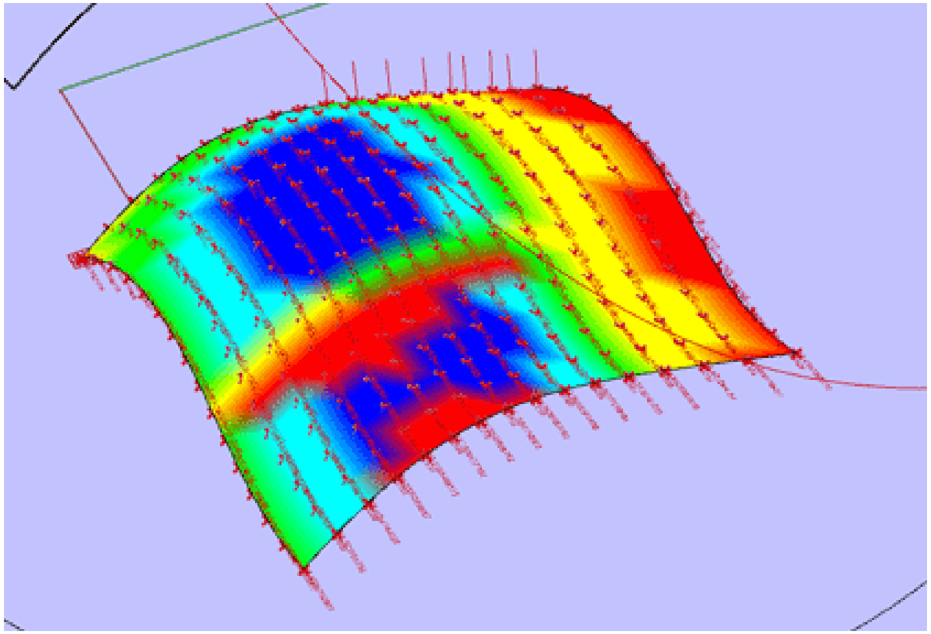
# Curvaturas



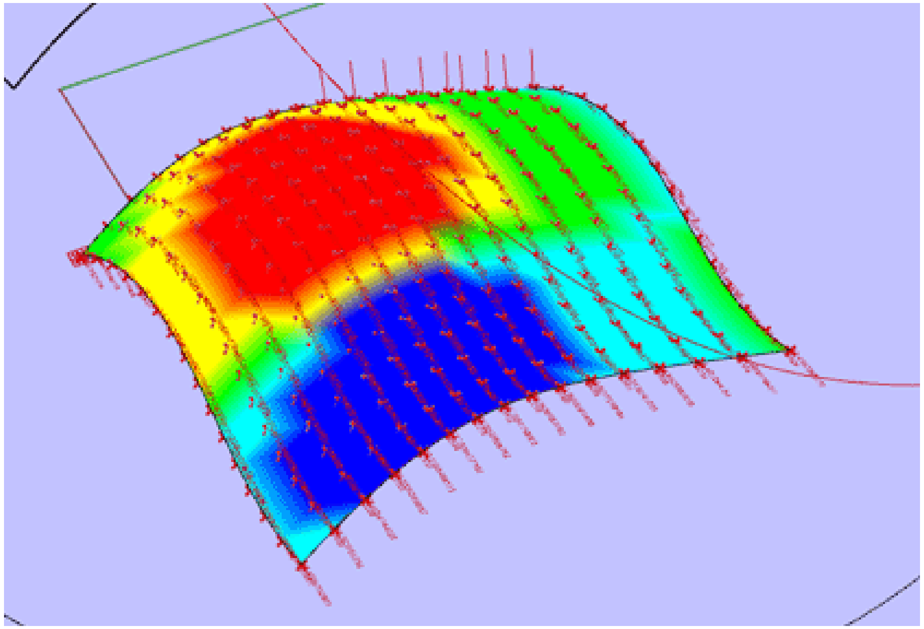

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E & F \\ F & G \end{bmatrix} = -\begin{bmatrix} e & f \\ f & g \end{bmatrix}$$

Autovalores e autovetores correspondem, respectivamente, aos extremos de curvatura e às direções principais.

# Curvaturas Gaussiana e Média

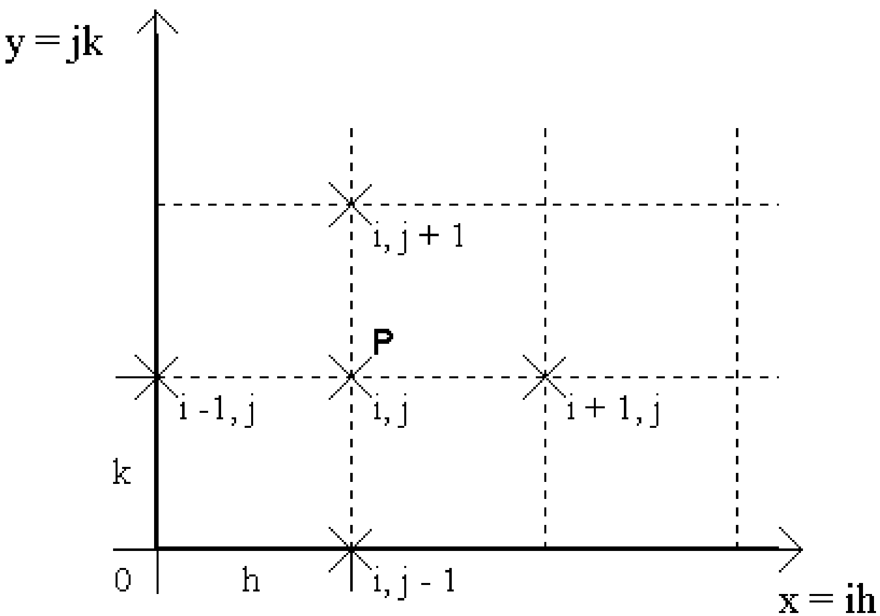


Curvatura Gaussiana ($K=k_1k_2$)



Curvatura Média ($H=(k_1+k_2)/2$)

# Gradiente de Atributos




Diferença finita central:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_P = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i+1,j} - u_{i-1,j}}{2h}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_P = \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i,j+1} - u_{i,j-1}}{2k}$$

Diferença finita ascendente:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_P = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i+1,j} - u_{i,j}}{h}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_P = \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i,j+1} - u_{i,j}}{k}$$

Diferença finita descendente:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_P = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i,j} - u_{i-1,j}}{h}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_P = \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_{i,j} \cong \frac{u_{i,j} - u_{i,j-1}}{k}$$