

**GB500 – Tópicos Especiais em Animação de Fluidos e  
Visualização Científica**

**Tópico para Projeto de Curso  
Visualização Científica para Fluidos**

Web Page:

<http://virtual01.lncc.br/~giraldi/GB500-FluidVis>

# Topicos

- Introdução: Visualização Científica
- Geração/Aquisição de dados
- Técnicas em Visualização Científica
- Metodologia de Trabalho
- Referencias

## 1. Introdução

Visualização Científica : Dados  $\longrightarrow$  Imagens

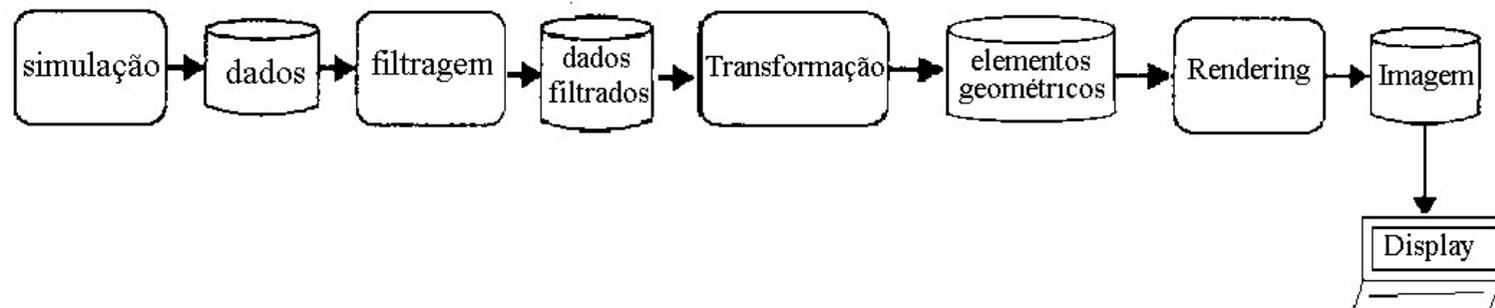


Figura 6.3 - Modelo de Fluxo de Dados (Data Flow).

## 2. Equações da Dinâmica de Fluidos e Campos Gerados

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{v}) + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{v} \otimes \vec{v} + p \bar{I} - \bar{\tau}) = \rho \vec{f}_e. \quad (2.1)$$

sujeito à:

Condições iniciais e de Contorno

### 2.1 Campos Gerados na Simulação

Campos 2D ou 3D, conhecidos em nós da malha ou nuvem de pontos.

Campos Escalares – Pressão

Campos Vetoriais – Velocidade, Vorticidade

Outros Campos

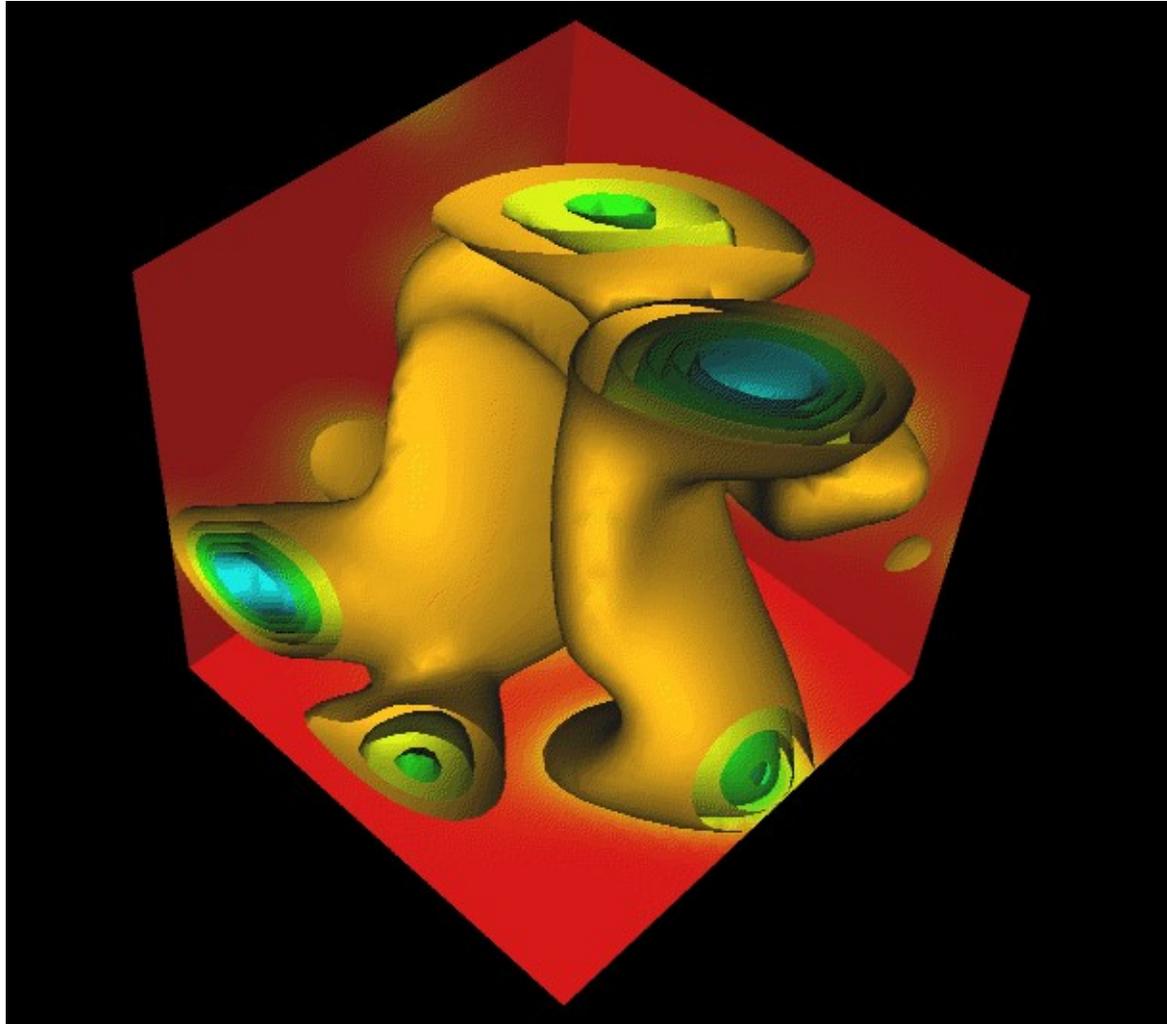
Tensor de Tensões

# Técnicas em Visualização Científica

- Campos Escalares
  - Isosuperfícies
  - Volume Rendering
  - Collor Map
  
- Campos Vetoriais
  - Traçado de Linhas de Campo
  - Topologia de Campos Vetoriais
  - LIC
  - Tracking de estruturas (Vórtices)
  
- Campos Tensoriais
  - HyperStreamlines

## Técnicas de Visualização em DFC

Isosuperfícies



# Visualização de Campos Escalares: Isosuperfícies

## Marching Cubes

### Marching Cubes (Squares) in 2 Dimensions

Only 4 basic cases:

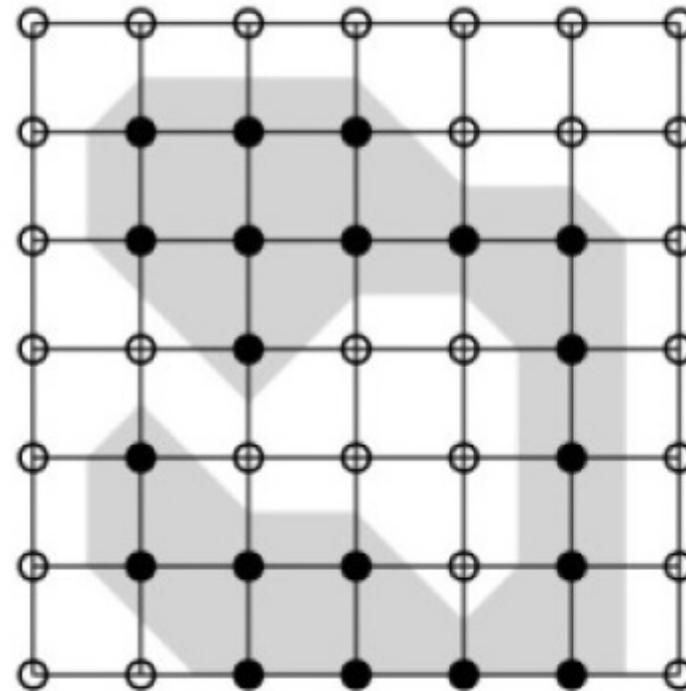
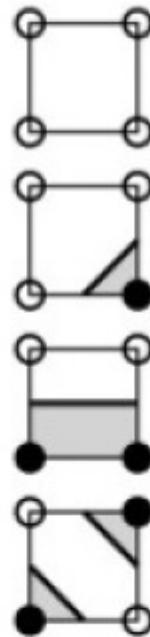
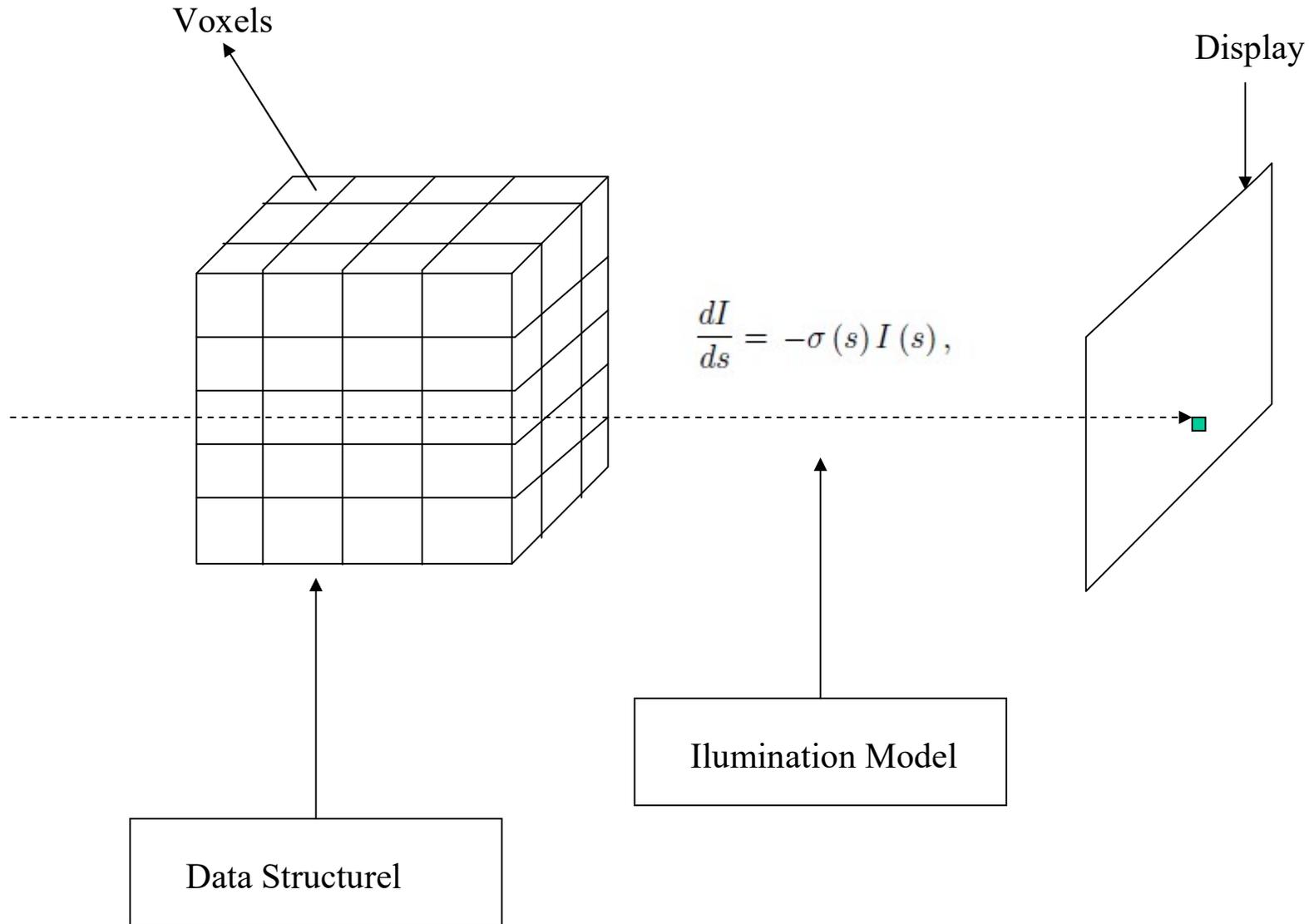
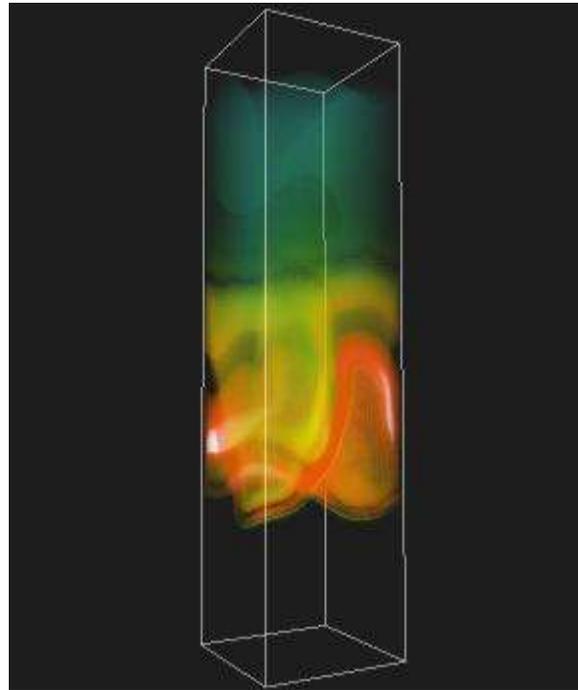
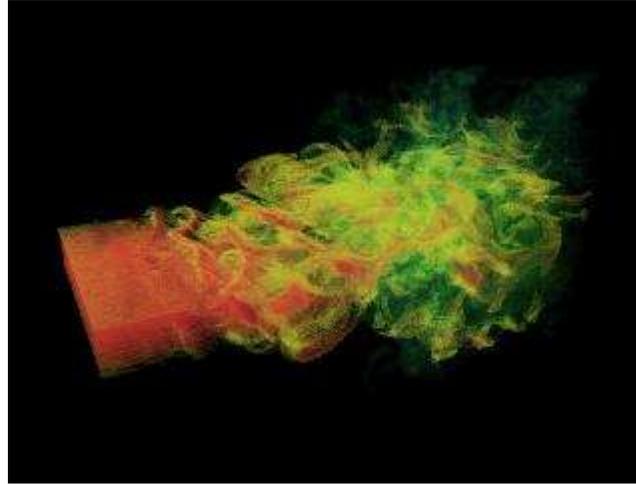


Figura: Conceitos fundamentais em visualização científica [Giraldi et al., 2005].

# Volume Rendering



# Volume Rendering



# Visualização de Campos Vetoriais

## Linhas de Campo e Traçado de Partículas

### Linhas de Corrente

$$\frac{dx}{ds} = X(t_0, x), \quad x(s_0) = x_0,$$

### Linhas de Trajetória (*Path Lines*): $\varphi(t, t_0, x_0)$ tais que:

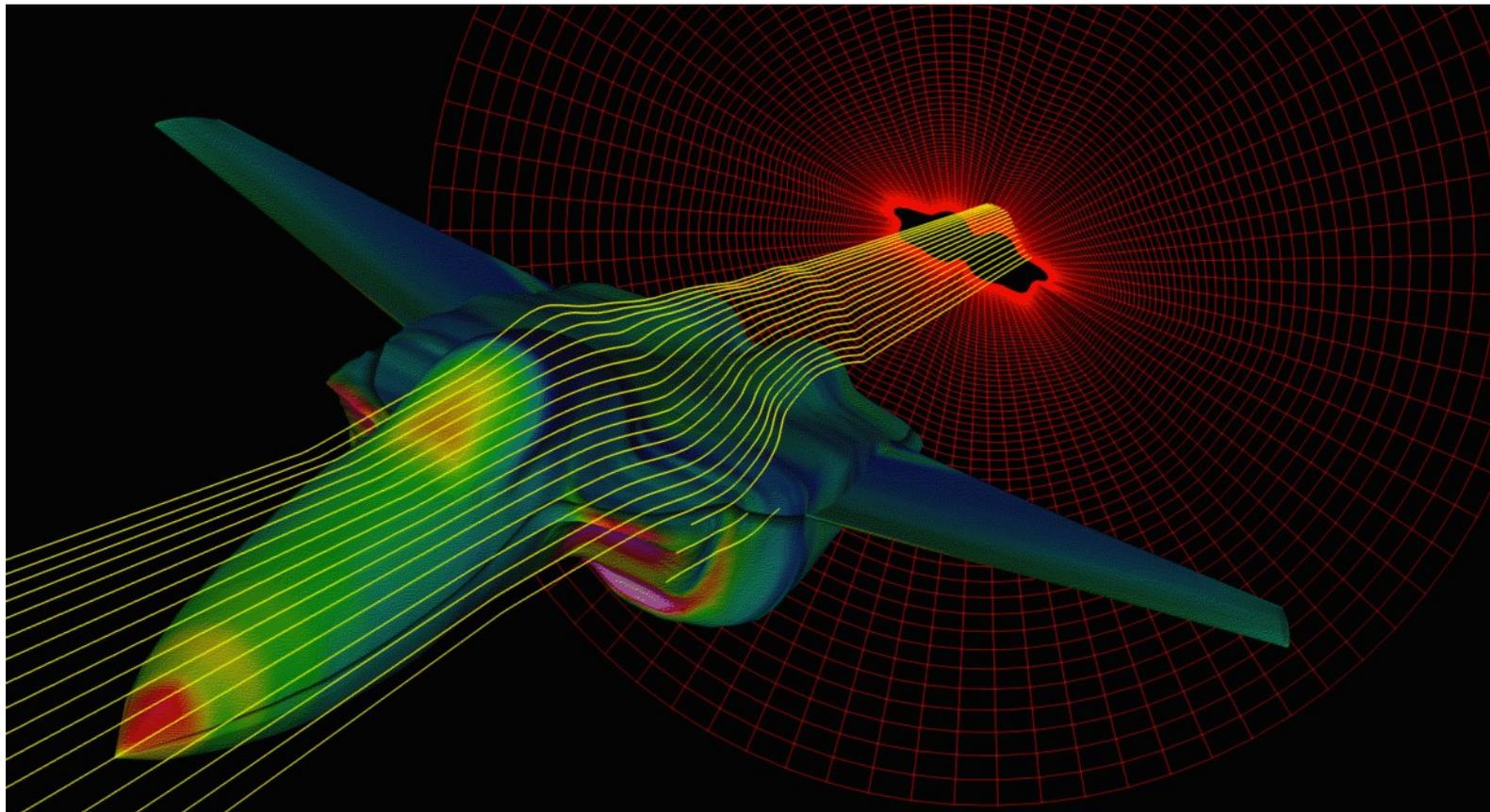
$$\frac{dx}{dt} = X(t, x), \quad x(t_0) = x_0,$$

### Linhas de Emissão (*Streaklines*):

$$\frac{dx}{dt} = X(t, x), \quad x(\lambda) = x_0,$$

onde  $\lambda$  varia num intervalo  $t_0 \leq \lambda \leq t_1$ .

# Exemplo

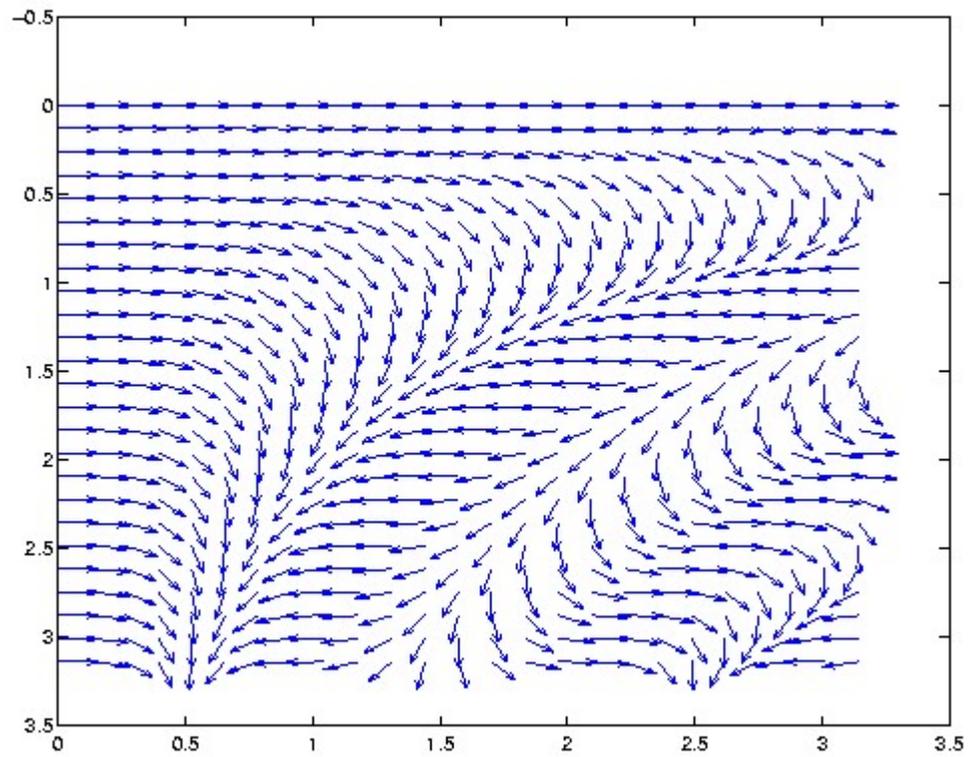


# Line Integral Convolution - LIC

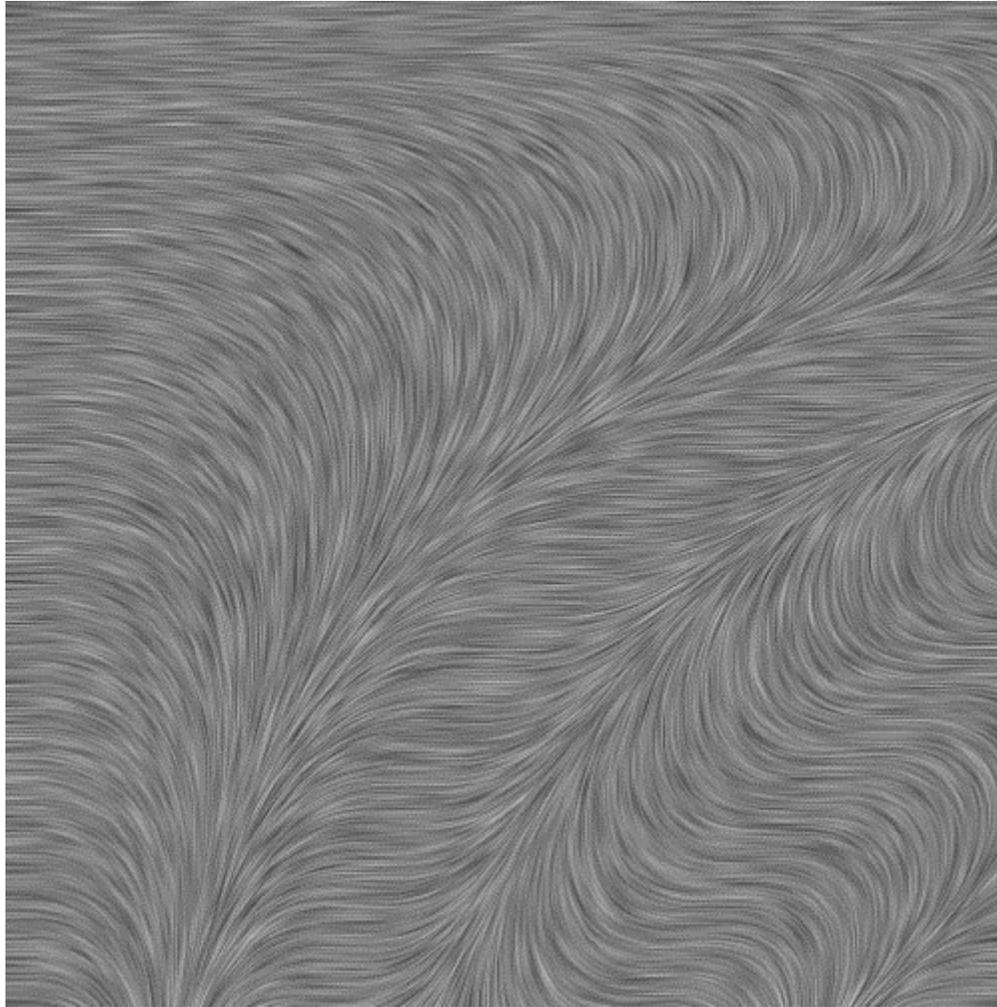


$$I(y) = \int_{y-L}^{y+L} K(s-y)T(x(s))ds, \quad (4.25)$$

## Exemplo: Campo original



## Resultado após LIC



# Visualização de Topologias de Campos Vetoriais

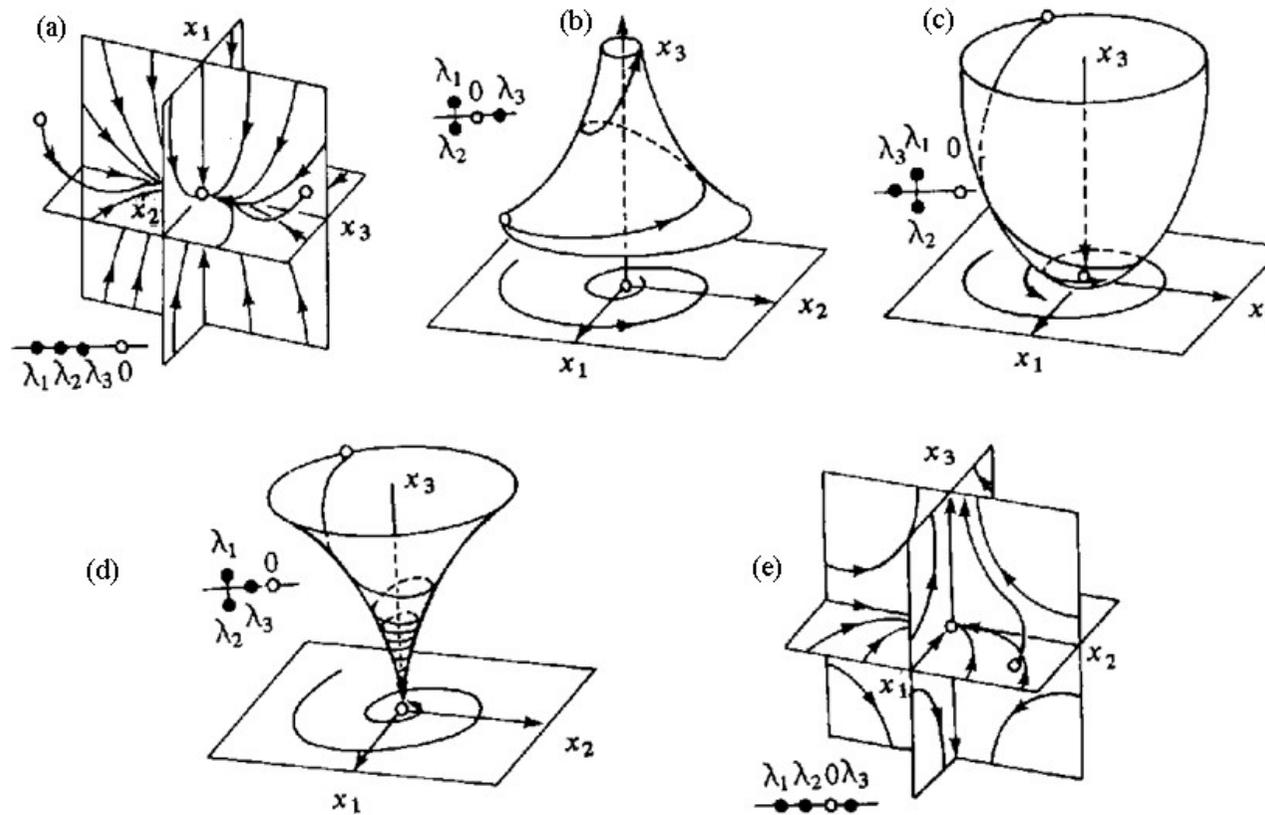
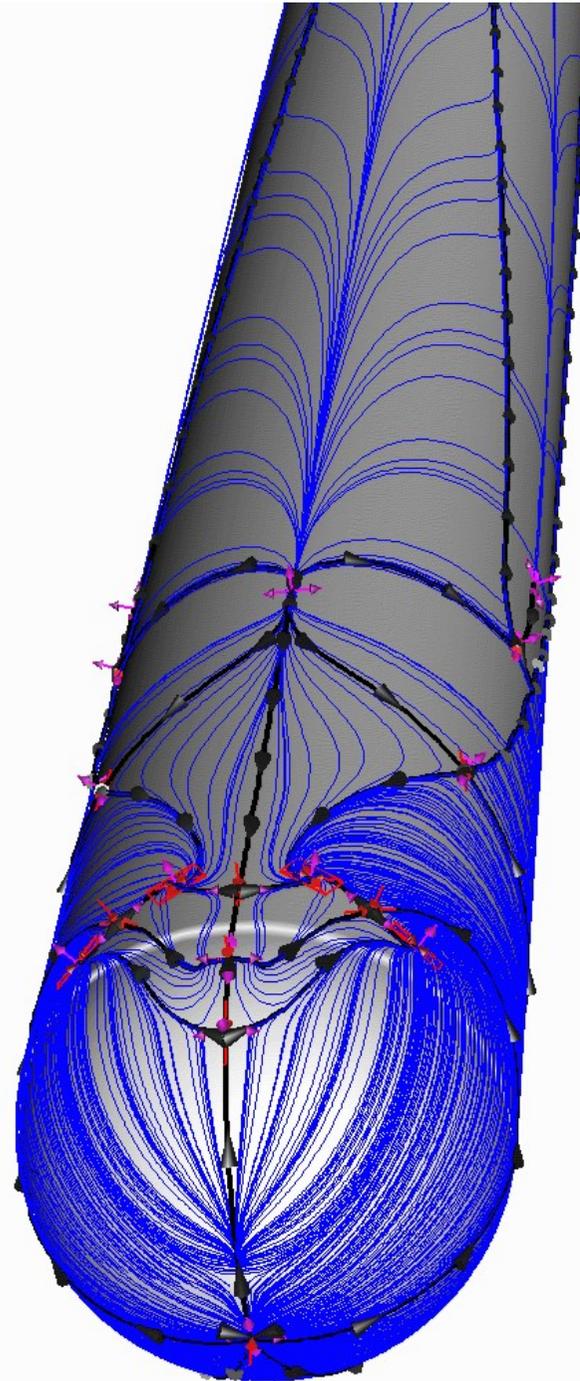


Figura 3.2 - Sistemas lineares hiperbólicos no  $\mathbb{R}^3$ .

## Hemisphere Cylinder Surface Topology



Blue: surface streamlines

Black: streamlines from saddles

Red and maroon glyphs: critical points

Image: Globus

Data: Ying, et. al., AIAA 86-1605

Topology Software: Globus and Levit

Visualization Environment: FAST

## Tracking de Estruturas ou Regiões do Fluido

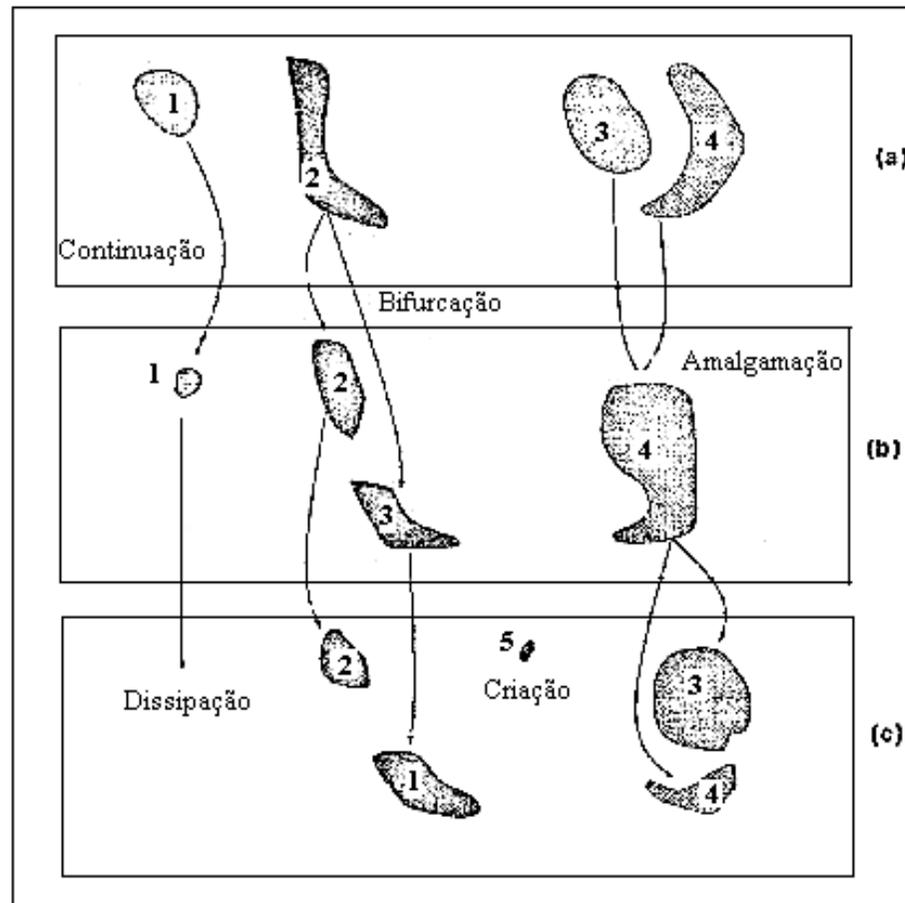


Figura 4.20 - Possibilidades para a evolução temporal de uma estrutura: Continuação, Bifurcação, Amalgamação, Dissipação e Criação.

## Tracking de Estruturas do Tipo Vórtices

Heurística: *pontos com alta vorticidade e baixa pressão.*

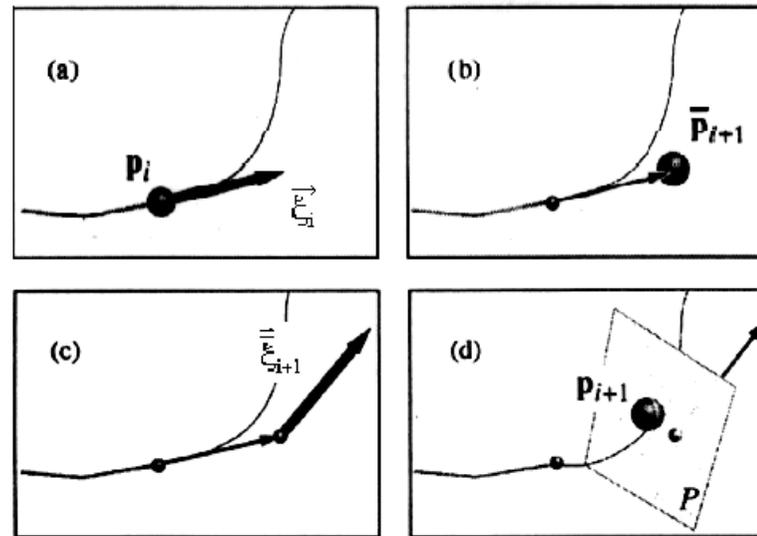


Figura 4.17 - Etapas da construção do core: Predição(fig. (a)-(b)) e Correção(fig. (c)-(d)).

# Temas para Projeto

- Spectral Volume Redering e Aplicações
  - <http://ieeexplore.ieee.org/document/879782/>
- Visualização de Campos em Sistemas de Partículas
  - <http://ieeexplore.ieee.org/document/5290735/>
  - <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4658166/>
  - <http://ieeexplore.ieee.org/document/5200996/>
- Visualização de Campos em Malhas
  - *Scientific Visualization: Advances and Challenges*, edited by L. Rosenblum at al., Academic Press(1994).
  - <http://virtual01.lncc.br/~giraldi/TechReport/Fluid-Animation2005.pdf>