

**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 → Imagens

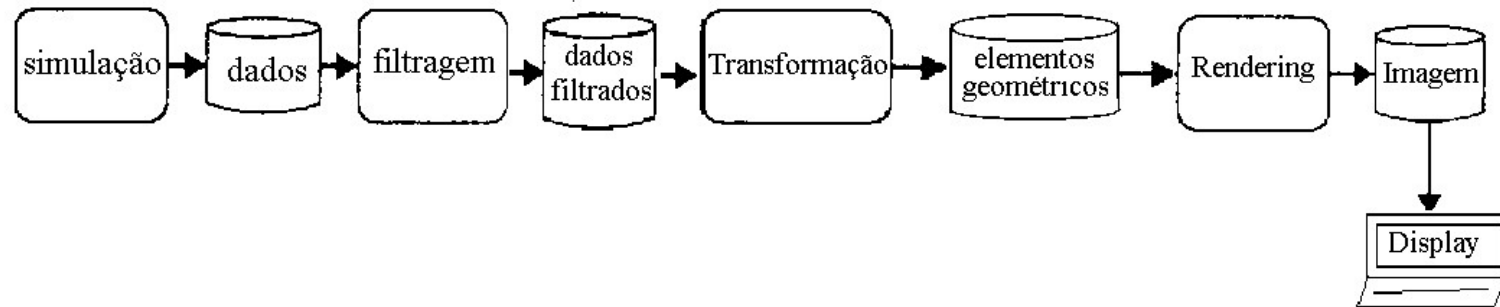


Figura 6.3 - Modelo de Fluxo de Dados (Data Flow).

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

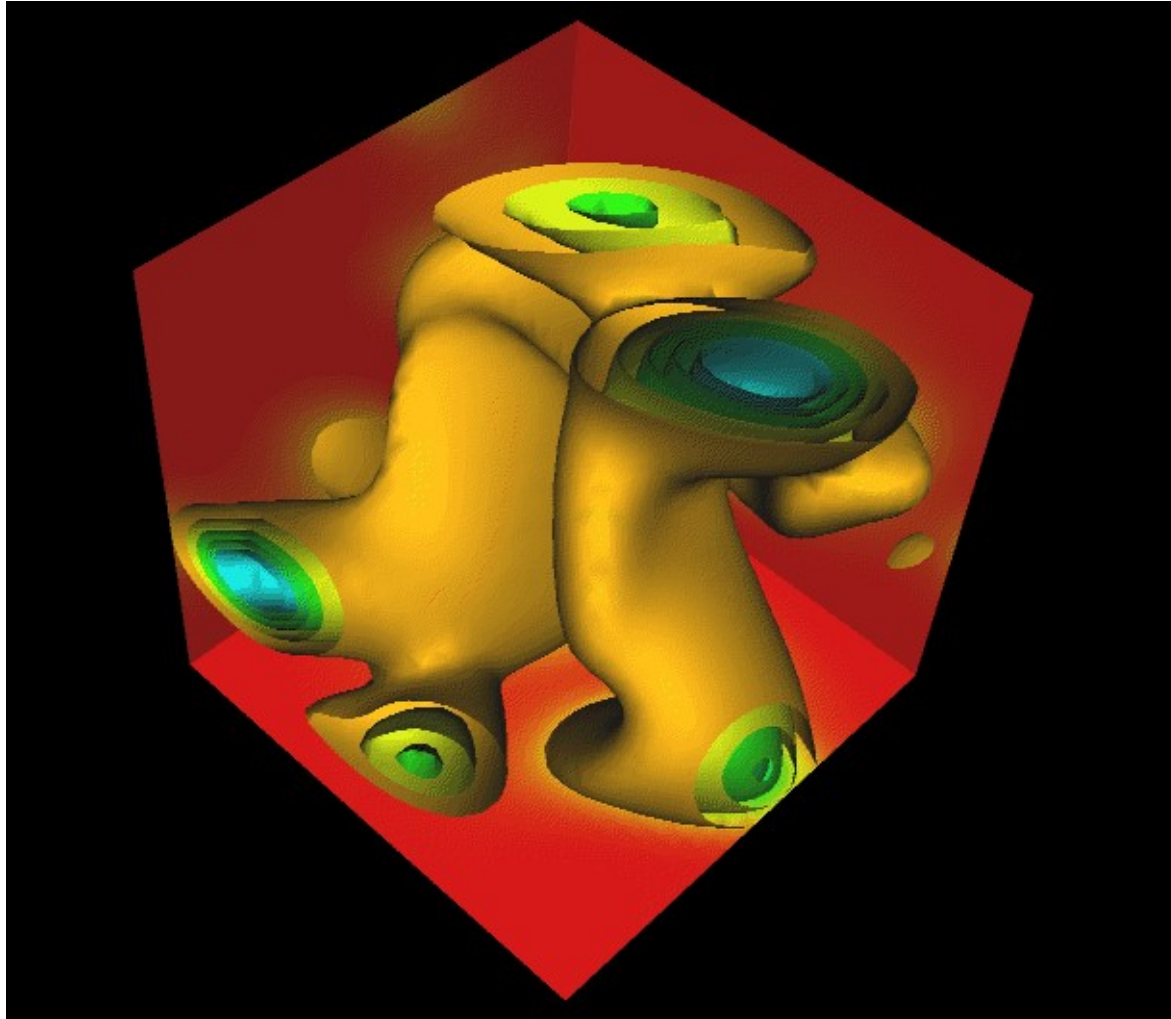
- Campos Escalares
 - Isosuperfícies
 - Volume Rendering
 - Collor Map

- 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:

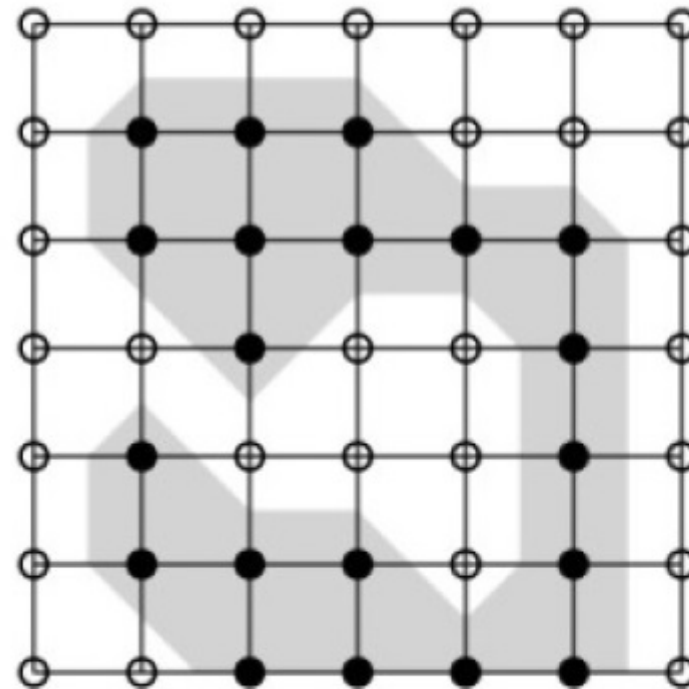
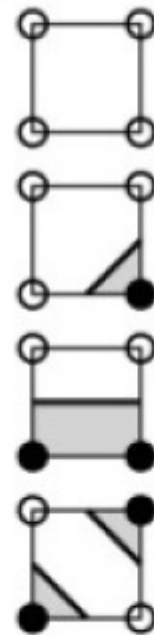
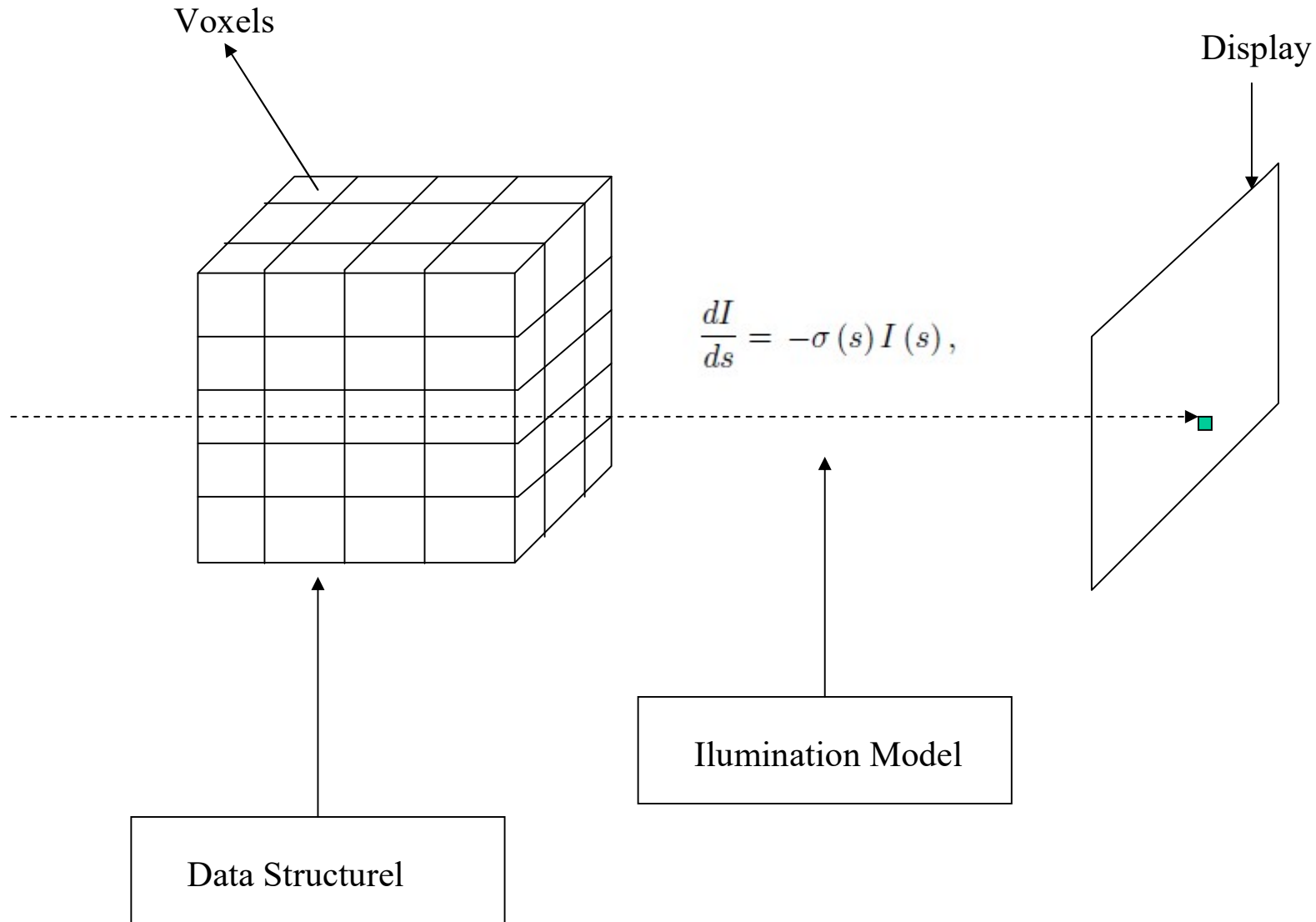
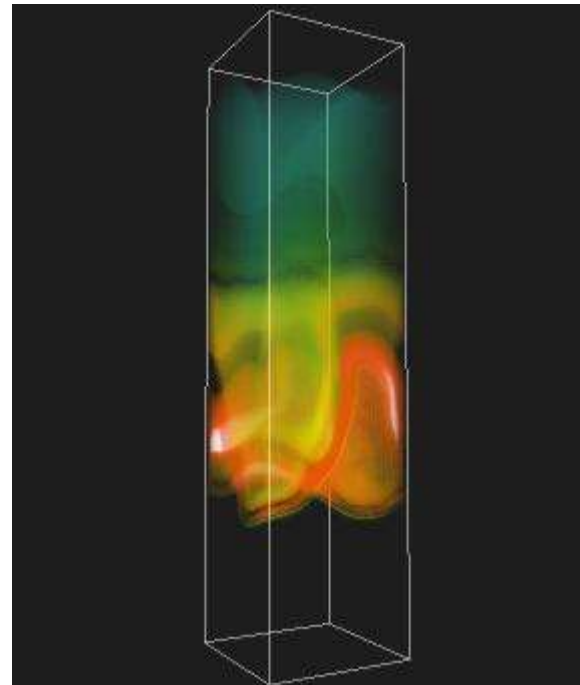
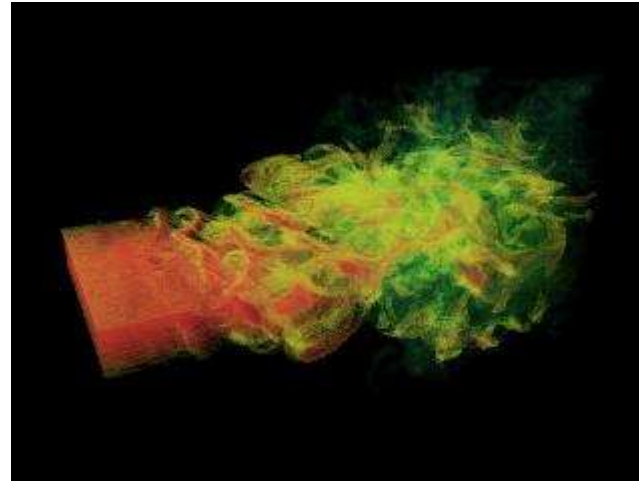


Figura: Conceitos fundamentais em visualização científica [Giraldi et al., 2005].

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:

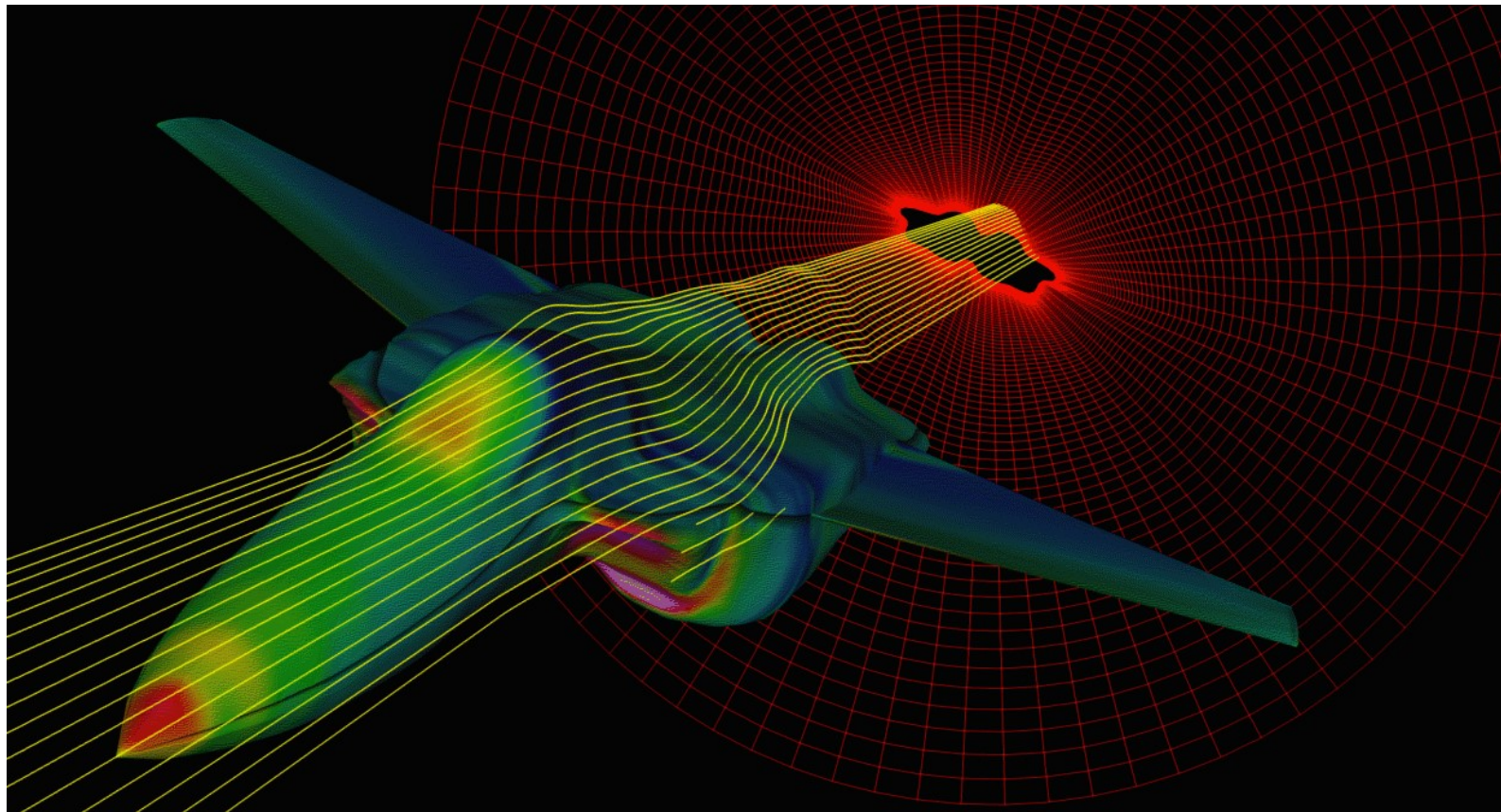
$$\frac{dx}{dt} = X(t, x), \quad x(t_0) = x_0,$$

Linhas de Emissão (*Streaklines*):

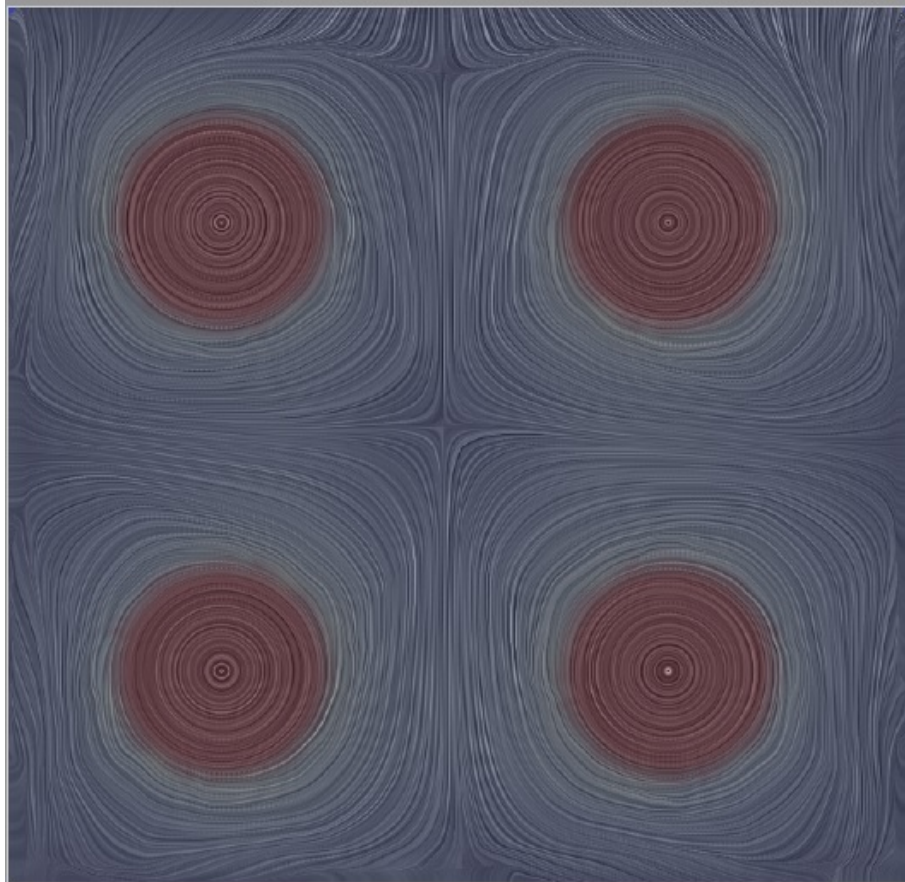
$$\frac{dx}{dt} = X(t, x), \quad x(\lambda) = x_0,$$

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

Exemplo

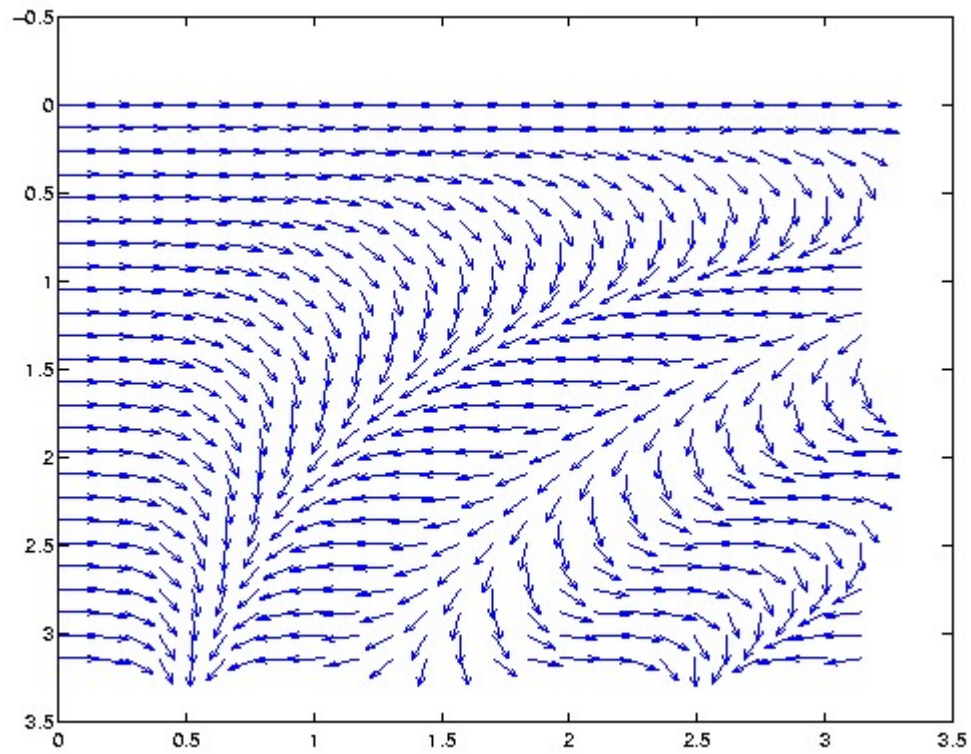


Line Integral Convolution - LIC

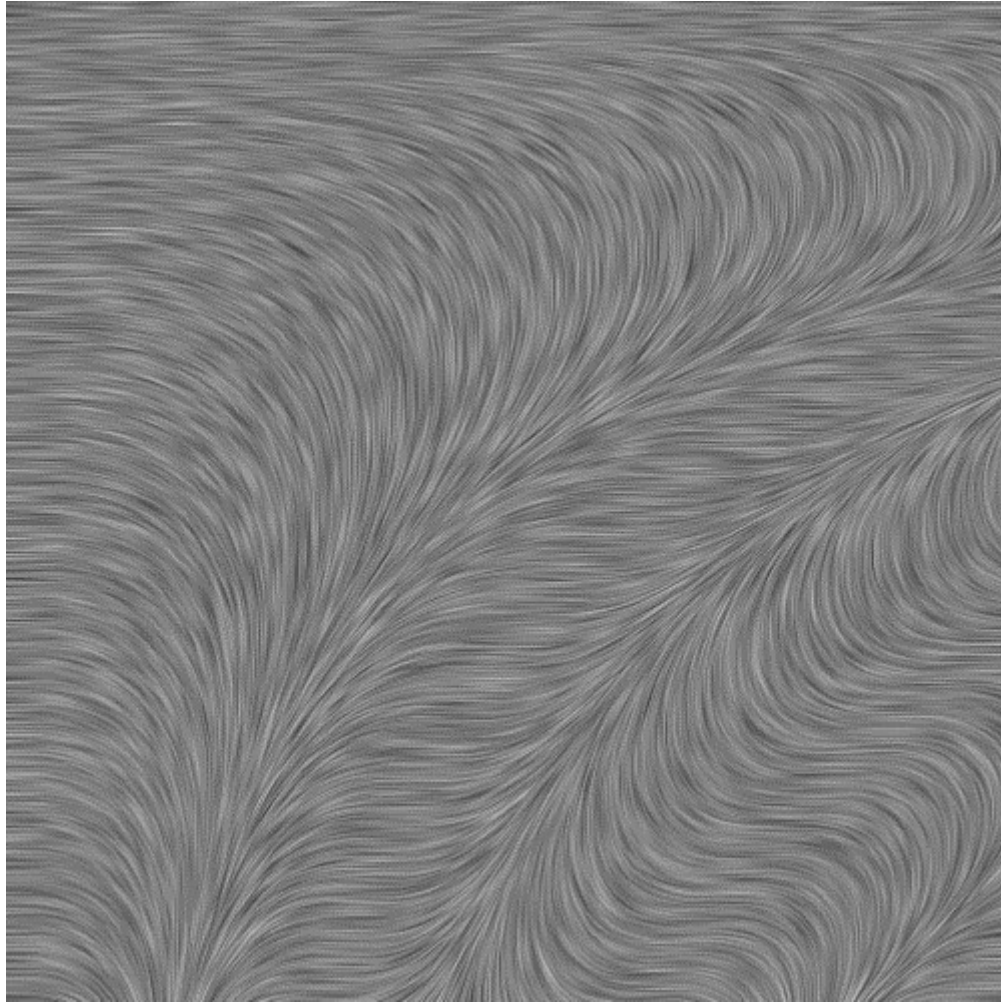


$$I(y) = \int_{y-L}^{y+L} K(s-y)T(x(s))ds, \quad (4.25)$$

Exemplo: Campo original



Resultado após LIC



Visualização de Topologias de Campos Vetoriais

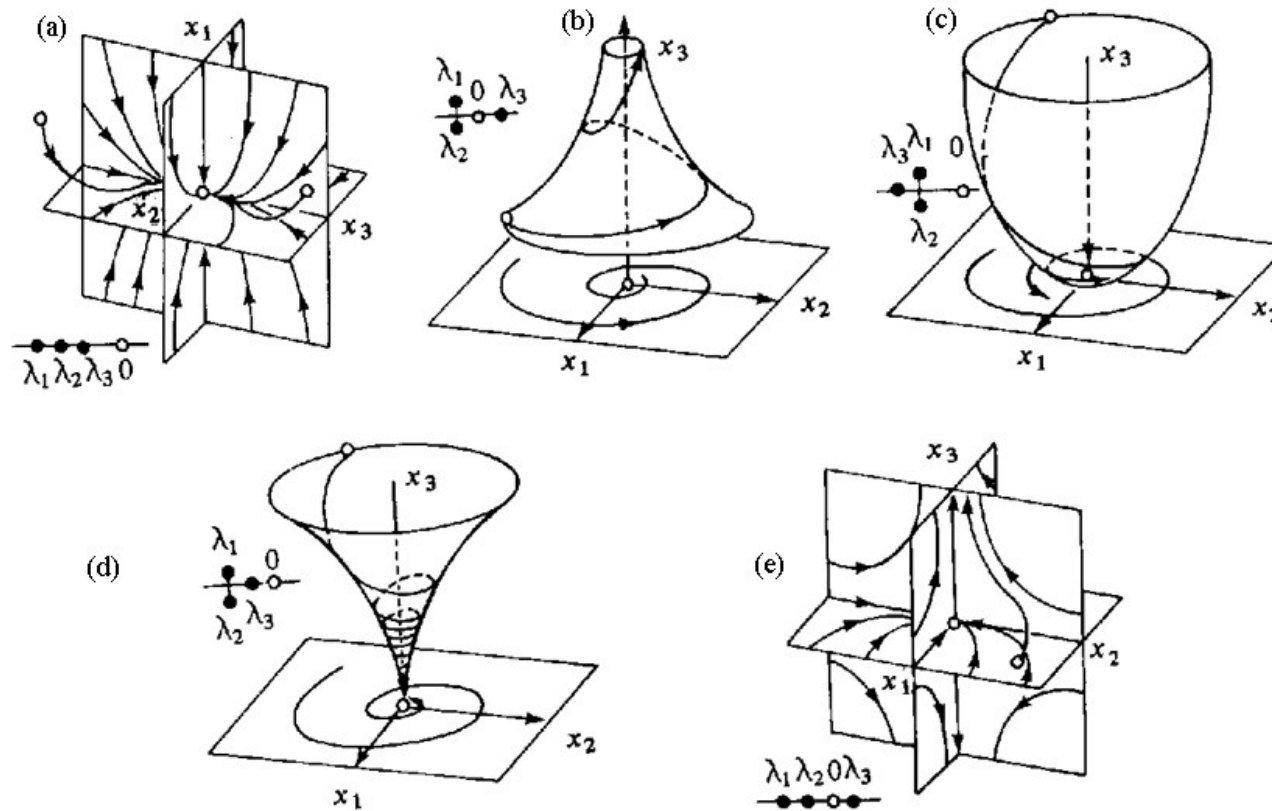
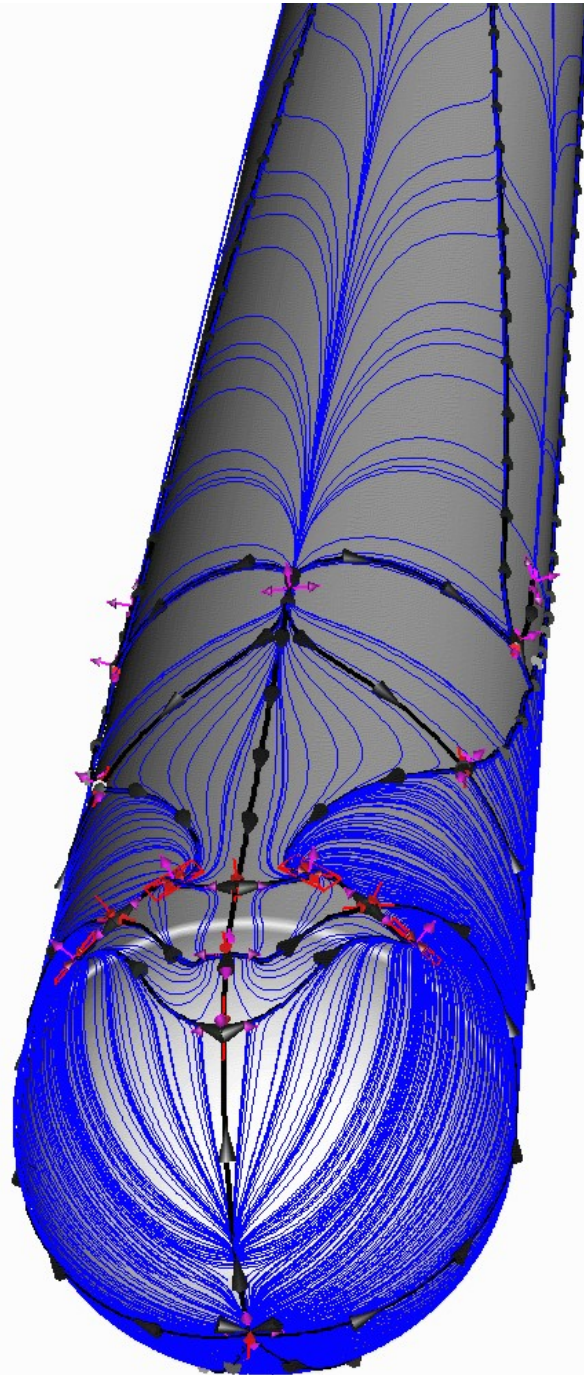


Figura 3.2 - Sistemas lineares hiperbólicos no \mathbb{R}^3 .

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

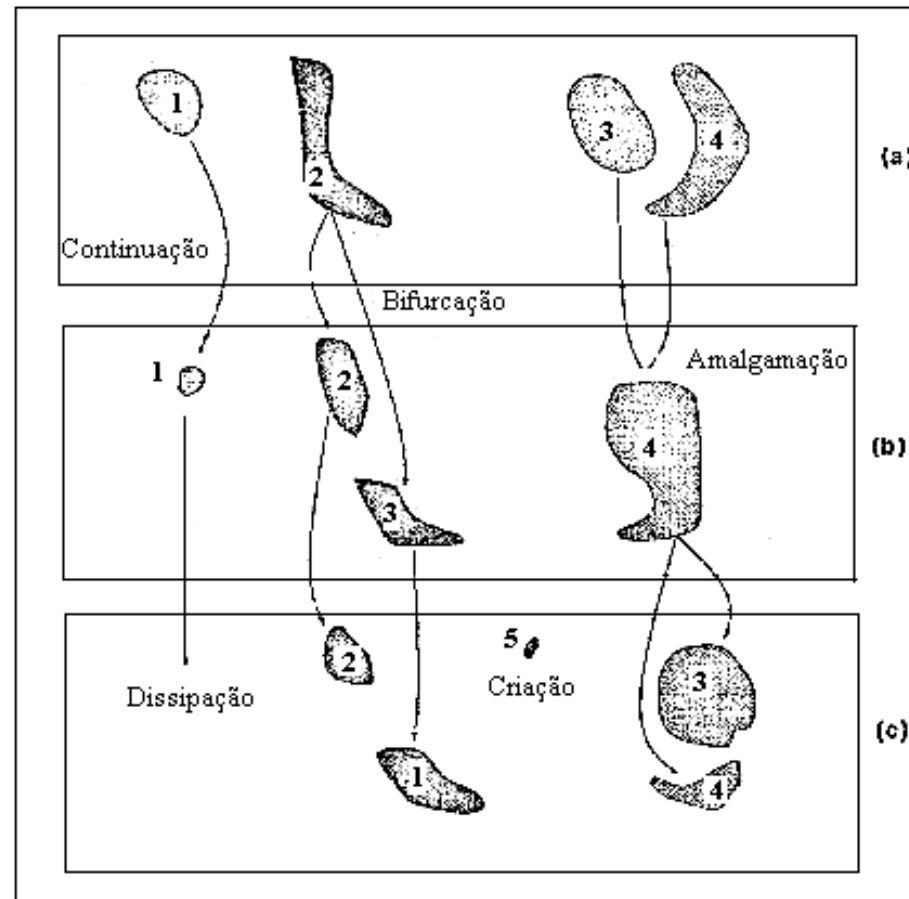


Figura 4.20 - Possibilidades para a evolução temporal de uma estrutura: Continuação, Bifurcação, Amalgamação, Dissipação e Criação.

Tracking de Estruturas do Tipo Vórtices

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

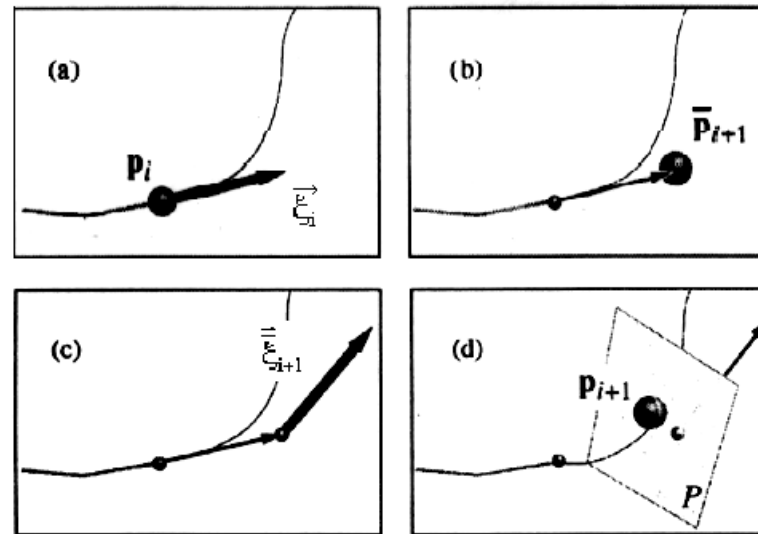


Figura 4.17 - Etapas da construção do core: Predição(fig. (a)-(b)) e Correção(fig. (c)-(d)).

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>