Universidade Federal do Maranhão

MESH

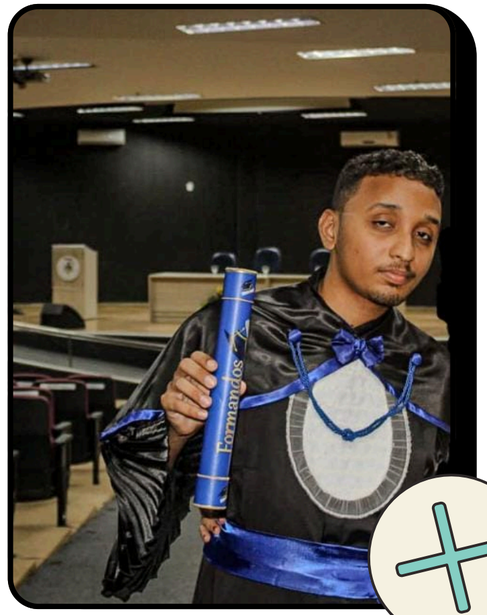
UMA EXTENSÃO COM FLUIDOS ESTÁVEIS COM FFT EM JULIA PARA 3D

DESENVOLVEDORES

ANDRE MOURA

Projeto desenvolvido para obtenção de nota da unidade 1 da disciplina de Computação Gráfica do curso de Engenharia da Computação, ministrada pelo Professor Dr. Haroldo Gomes Barros Filho.

Todos os códigos deste projeto e dos seguintes encontram-se no seguinte Github:



VICTOR COELHO

SUMÁRIO

01 O que é mesh

02 Objetivo

03 Metodologia do Código

04 Características Técnicas

05 Resultados da alteração

06 Conclusão

O QUE É MESH ?

O QUE É MESH

Mesh, ou tecido, em tradução livre, é uma parte importante na computação gráfica em 3D, pois é composta pelo conjunto de vértices, bordas, superfícies e tudo que dá forma a um objeto tridimensional renderizado (KERBER,2021)

É um tipo de objeto ou modelo consistindo de vértices, arestas e faces, ou seja, é basicamente um arquivo de o grafo com regras de conexão(RODRIGUES, 2007).

O QUE É MESH

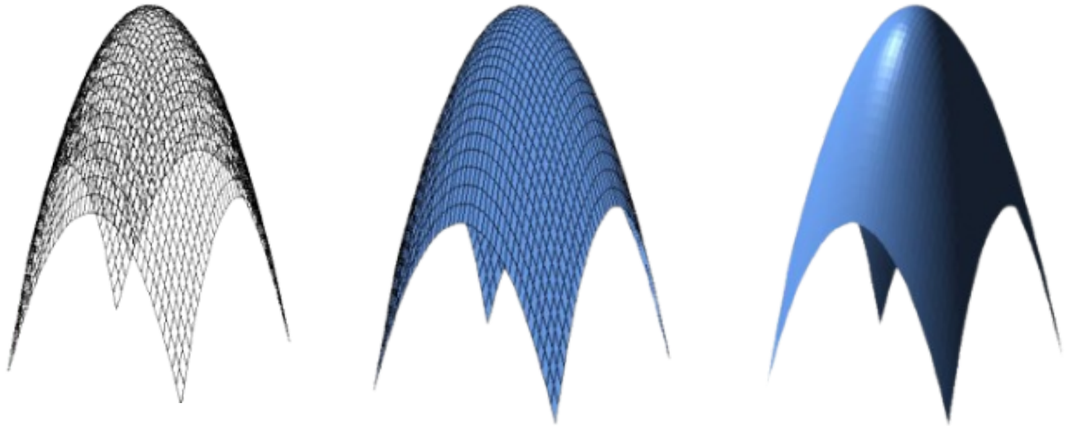
Representação de objetos:

– Pontos: coordenadas (x, y, z)

– Linhas: Conectam dois ou mais pontos no espaço.

– Planos : Representam as superfícies visíveis de um objeto.

Superfícies Curvas



wireframe **com preenchimento** **com iluminação**

O QUE É MESH

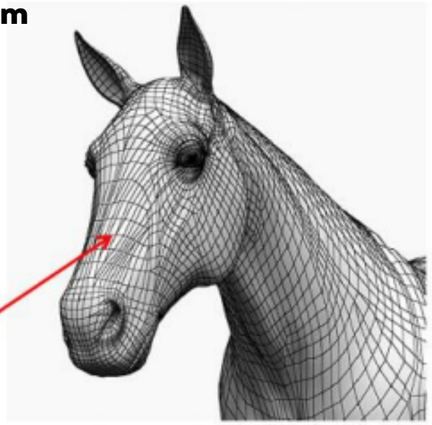
MESH (MALHAS DE POLÍGONO)

“Polygonal Mesh”

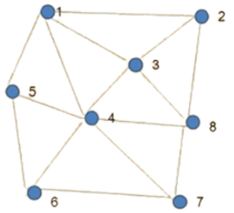
- **Conjunto de polígonos - faces - que compõem a superfície do objeto;**
- **Representam bem superfícies complexas;**
- **Maior flexibilidade;**
- **Exemplos:**

  Malhas triangulares

Síntese de imagem

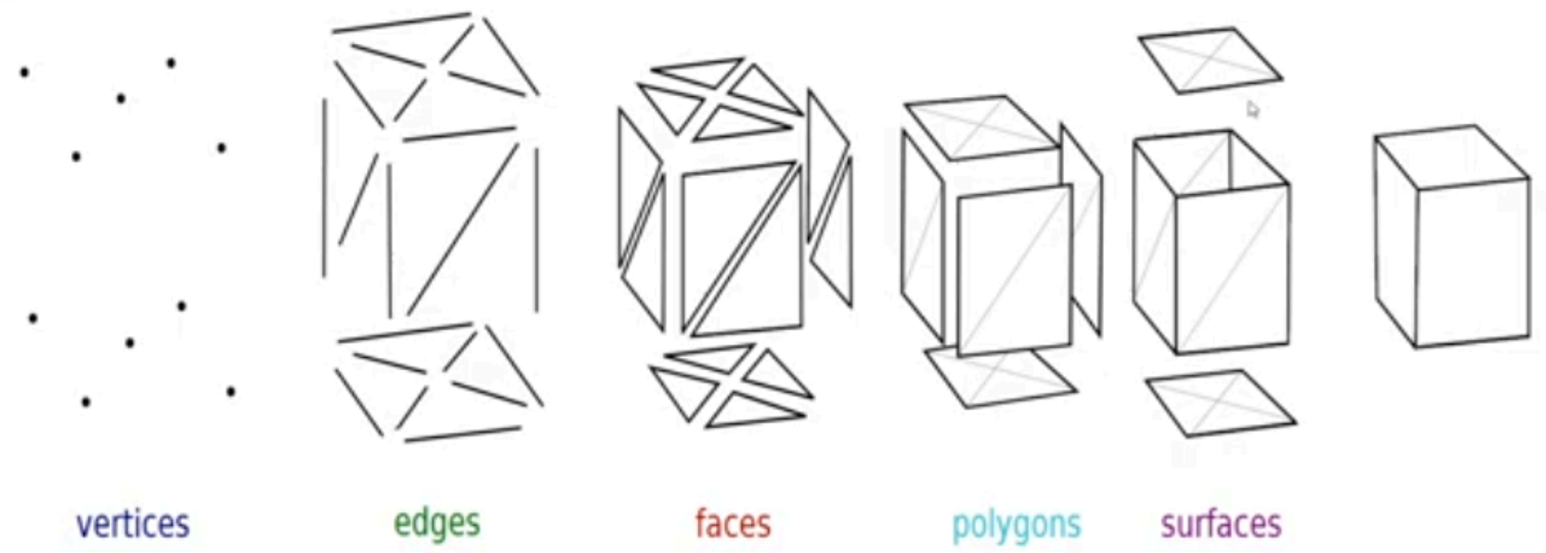


Cada face da malha é um polígono



0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1	0

O QUE É MESH



OBJETIVO

OBJETIVO

Resolver as equações de Navier-Stokes para um fluido incompressível em um domínio cúbico com condições de contorno periódicas, verificando a velocidade e a vorticidade.

As equações fundamentais são

Conservação de Momento (Navier-Stokes):

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u} = -\frac{1}{\rho}\nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u} + \mathbf{f}$$

Incompressibilidade:

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$$

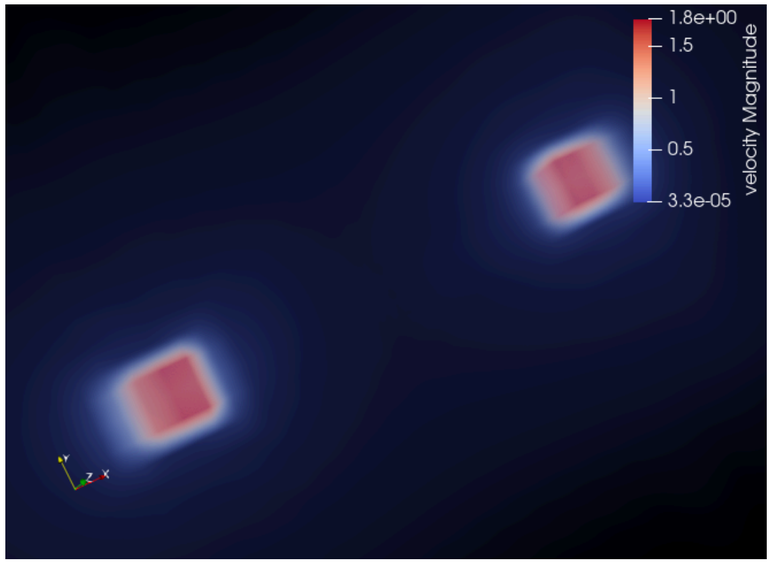
METODOLOGIA DO CÓDIGO

METODOLOGIA DO CÓDIGO

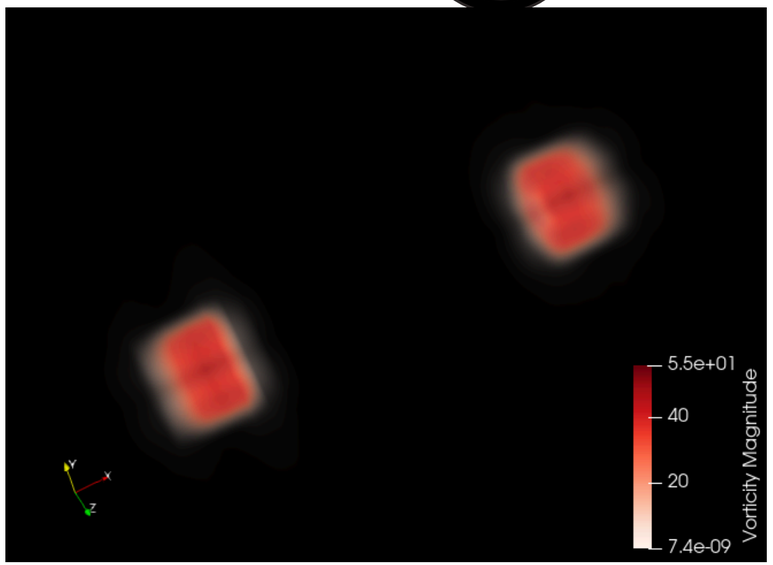
O código segue a metodologia proposta por Jos Stam, utilizando a Transformada de Fourier (FFT) para resolver de maneira eficiente as equações de Navier-Stokes simplifica-das. O processo é desacoplado em etapas de advecção, difusão e projeção. As equações demovimento são resolvidas de maneira implícita, garantindo estabilidade e controle sobre a dissipação de energia no fluido.

RESULTADOS E ALTERAÇÕES

RESULTADOS E ALTERAÇÕES

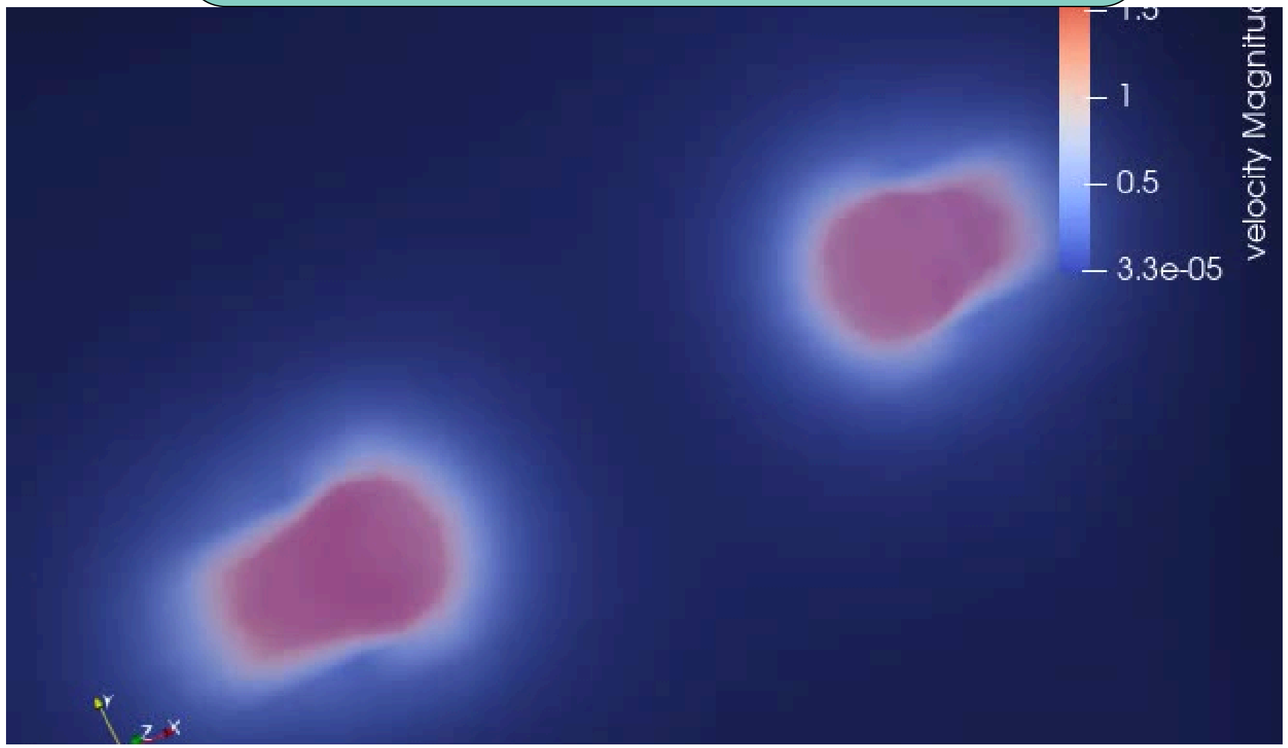


VELOCIDADE



VORTICIDADE

RESULTADOS E ALTERAÇÕES - VELOCIDADE



VIDEO ORIGINAL

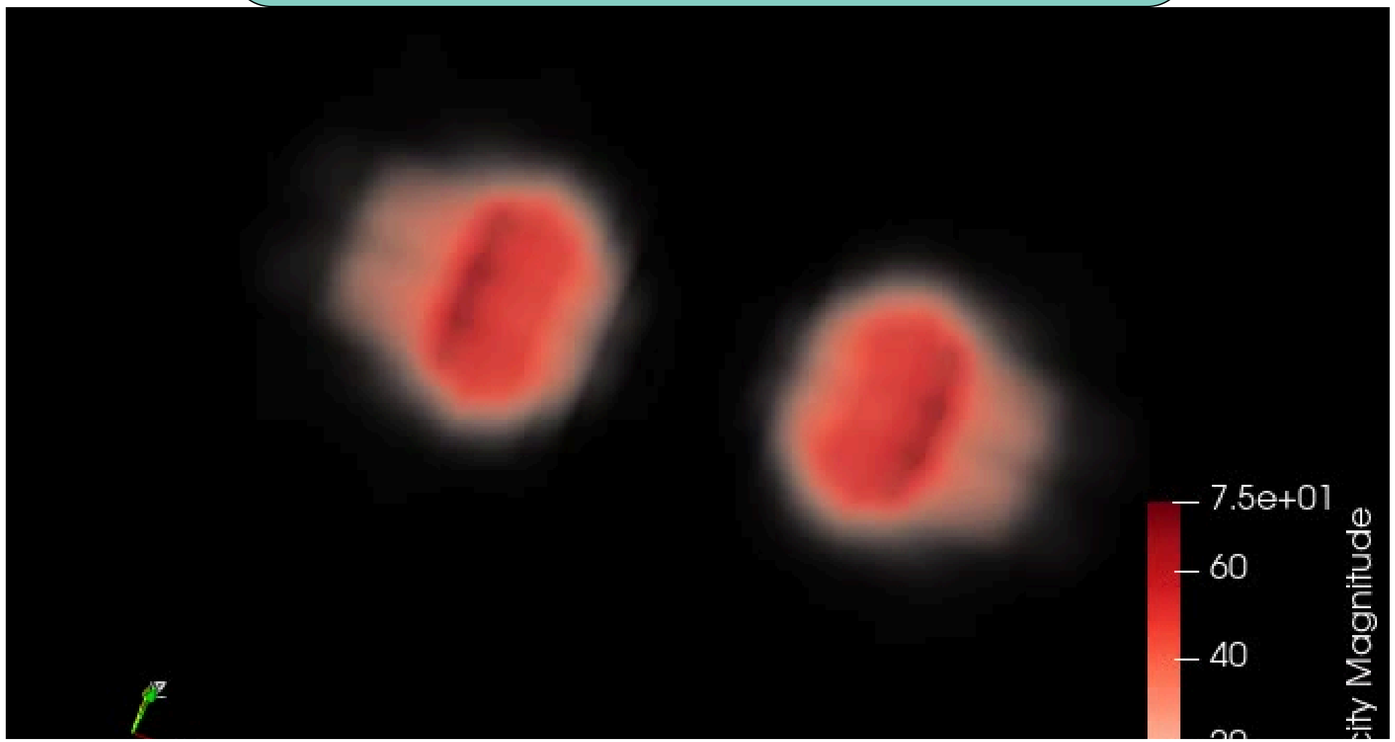
RESULTADOS E ALTERAÇÕES - VORTICIDADE

VIDEO ORIGINAL

RESULTADOS E ALTERAÇÕES - VELOCIDADE

ALTERAÇÃO DOS AUTORES

RESULTADOS E ALTERAÇÕES - VORTICIDADE



ALTERAÇÃO DOS AUTORES

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

FORÇAS LOCALIZADAS

Forças localizadas:
O código aplica forças opostas em dois pontos específicos do domínio para gerar o fluxo

Forças externas:
Forças são definidas em duas regiões, uma com direção positiva e outra com direção negativa, criando um fluxo complexo no domínio.

DOMÍNIO E MALHA

O domínio é um cubo unitário dividido em N × N × N pontos (configurável com N_POINTS). Utiliza condições de contorno periódicas, automaticamente garantidas pela Transformada de Fourier.

DIFUSÃO E PROJEÇÃO

A difusão usa um filtro exponencial e^(-k2νΔt) no domínio de Fourier. A projeção para incompressibilidade remove a divergência do campo de velocidade.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

- **Impacto da viscosidade: Viscosidades menores resultaram em maior turbulência, enquanto viscosidades maiores suavizaram os padrões de fluxo;**
- **Resolução espacial: Um número maior de pontos na malha gerou simulações mais detalhadas, embora mais custosas computacionalmente;**
- **Forças aplicadas: A magnitude e posição das forças alteraram significativamente as dinâmicas do fluido, criando regiões distintas de fluxo.**

Dessa forma, a análise comparativa permitiu compreender melhor a relação entre os parâmetros numéricos e os fenômenos físicos simulados, além de validar a eficiência do modelo para resolver equações de Navier-Stokes em 3D.

REFERÊNCIAS

Bracewell, R. N. (2000). The Fourier Transform and Its Applications. McGraw-Hill.

KERBER. D. Adrenaline. 3DMark traz testes de Mesh Shaders; teaser mostra placa Intel Xe HPG rodando, 2021. Disponível em: https://www.adrenaline.com.br/hardware/3dmark-traz-testes-de-mesh-shaders-teaser-mostra-placa-intel-xe-hpg-rodando. Acesso em: 23 nov. 2024.

Rodrigues, P. S. Computação Gráfica Teórica, 2007. Disponível em: https://slideplayer.com.br/slide/367032/#google_vignette. Acesso em: 23 nov. 2024.

Stam, J. (1999). "Stable Fluids." Proceedings of the 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH '99), pp. 121-128.

UFMA

LOG IN