

[MT04] Assimilação de dados por aprendizado de máquina



Assimilação de Dados por Redes Neurais Artificiais

Haroldo F. de Campos Velho – INPE

Helaine C. M. Furtado – UFOPA

Juliana A. Anochi – INPE

Roberto P. Souto – LNCC

Gerônimo Lemos – INPE

Marcelo Paiva Ramos – INPE

Assimilação de Dados por RNA (Fluidity)

- Experimento
 - Modelo Fluidity: flow_past_sphere_Re1000
- Multi-Particle Collision Algorithm (MPCA)
 - Otimização dos hiperparâmetros
- TensorFlow
 - Treinamento da Rede Neural Artificial (RNA)
- Artigo
 - RAMOS, Marcelo Paiva; DIAS, Luiz Alberto Vieira; LI, Linfeng; CHEN, Boyang; FANG, Fangxin; CAMPOS VELHO, Haroldo Fraga de. Data Assimilation by Optimized Neural Network for the Fluidity Code. **Em preparação**, 2025.

Assimilação de Dados por RNA (Fluidity)

- Colaboração



Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

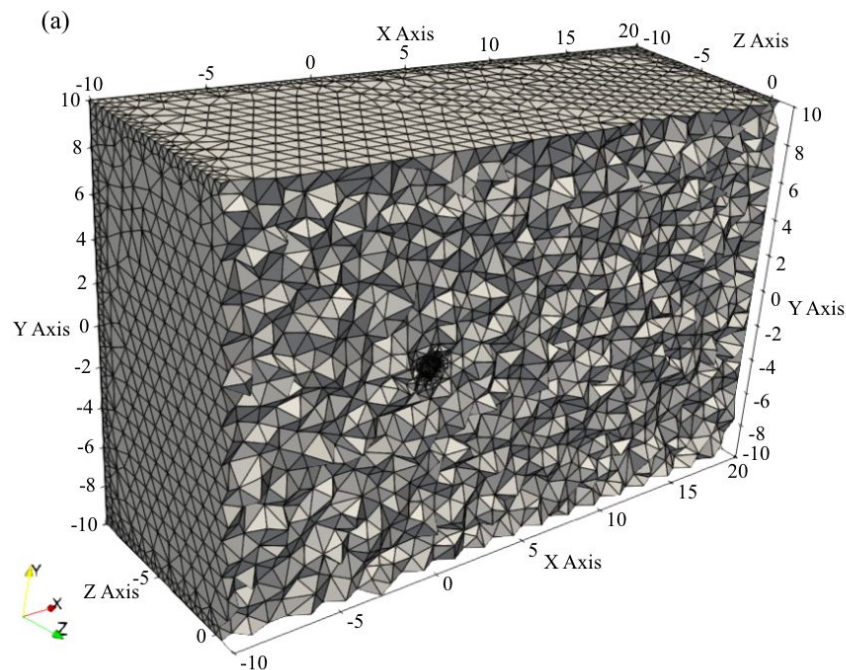


Imperial College London (ICL-UK)

Modelo Fluidity

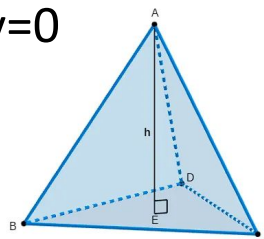
- Software avançado de dinâmica dos fluidos
- Desenvolvido pelo Grupo de Modelagem e Computação Aplicada do Imperial College London (UK)
- Aplicações: Geofísica, meio ambiente e engenharia
- Equações: Navier-Stokes, continuidade, energia, etc
- Características principais:
 - Problemas multiescala e multifísicos
 - Discretização espacial: Elementos Finitos (FE) e Volume de Controle (CV)
 - Malha adaptativa: método baseado no gradiente
 - Integração temporal: Crank-Nicolson

Fluidity - flow_past_sphere

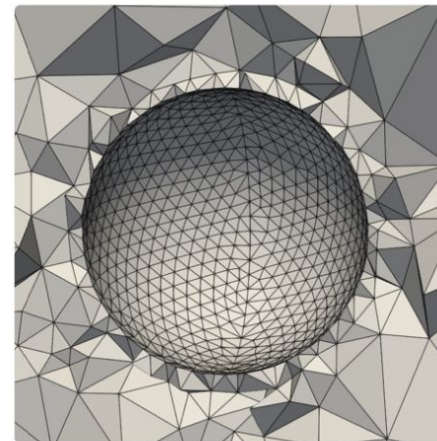


(a) Elementos ao redor de um plano de corte no plano $y=0$

- Malha: tetraedro
- Domínio
 - $[-10, 20] \times [-10, 10] \times [-10, 10]$



(b)



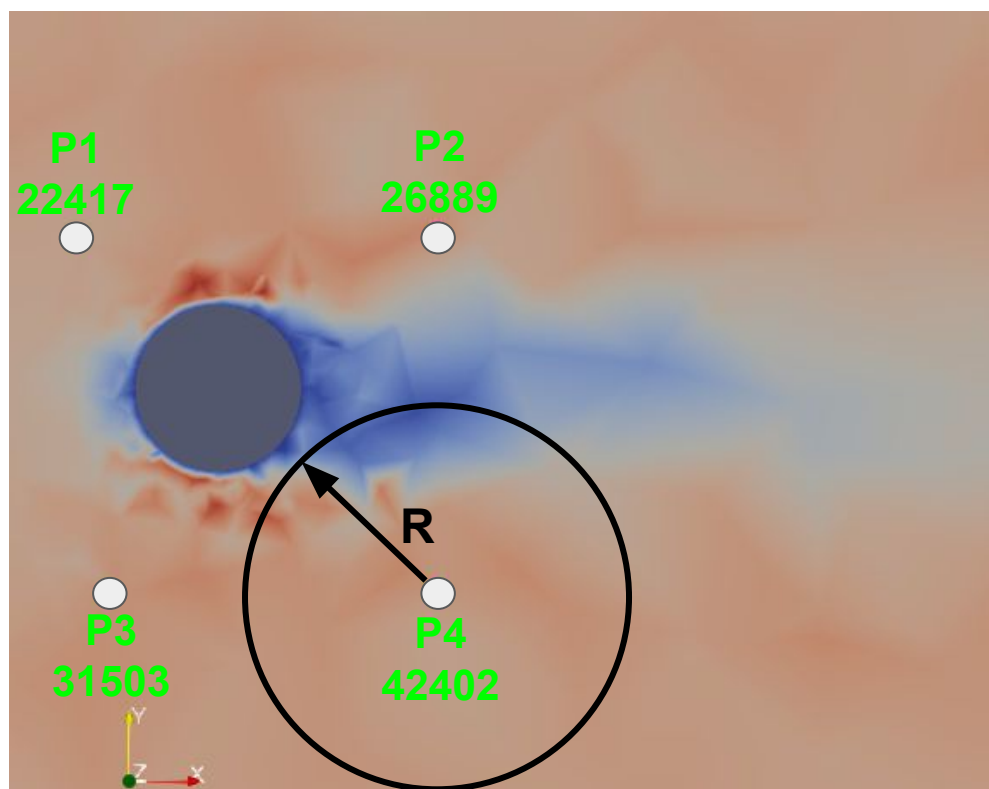
(b) Elementos ao redor da esfera

- Esfera sólida
 - Centro: $(0,0,0)$
 - Diâmetro = 1

Fluidity: Experimento numérico

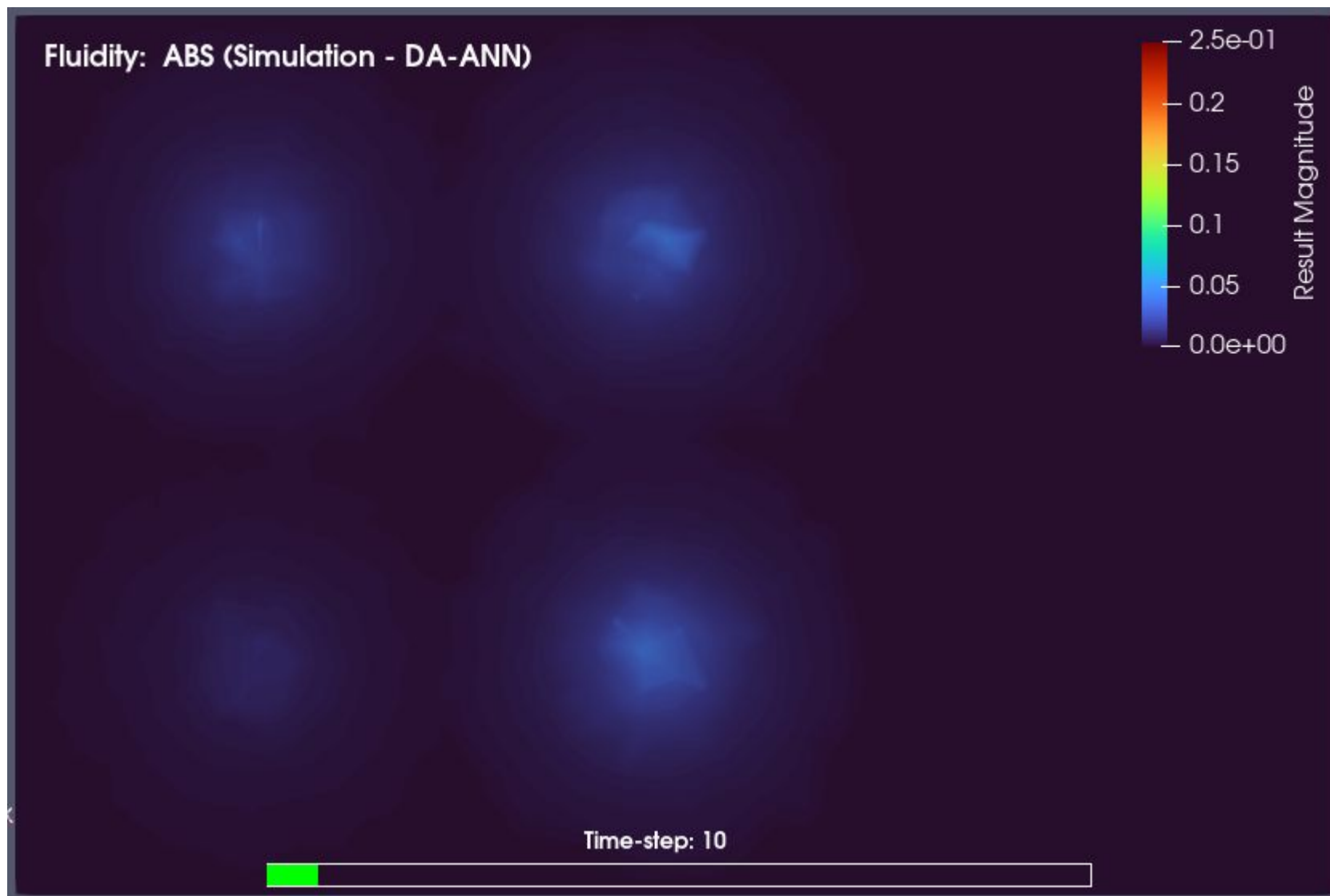
- Referência ("verdade")
 - Simulação com condição inicial $CI=1.0$
- Observação Sintética
 - Pontos: P1, P2, P3 e P4
 - Time-steps 10, 20, 30, ..., 160
 - Referência com 5% de ruído
- Pseudo-observações (dataset p/ RNA)
 - 200 simulações c/ diferentes CIs
 - Pontos $R=5$
 - $p_x = o_x * 1/d^2 + s_x * (1 - 1/d^2)$
- Simulação: "SIM"
 - Perturbação de 5% na condição inicial $CI=1.05$
- Simulação: "DA-ANN"
 - Perturbação de 5% na condição inicial $CI=1.05$

Fluidity - Observação Sintética

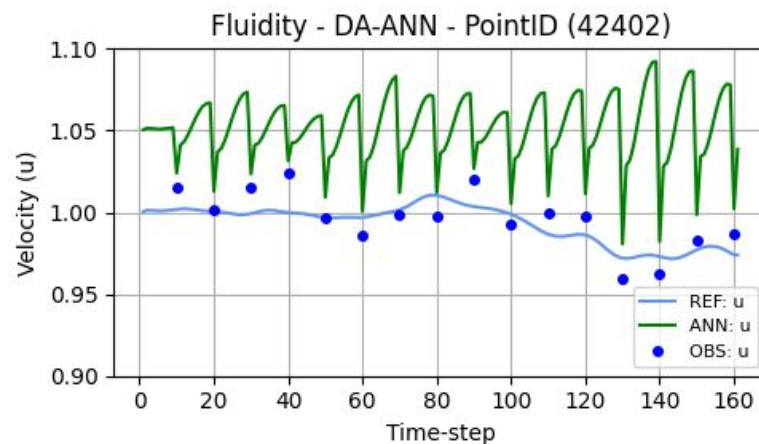
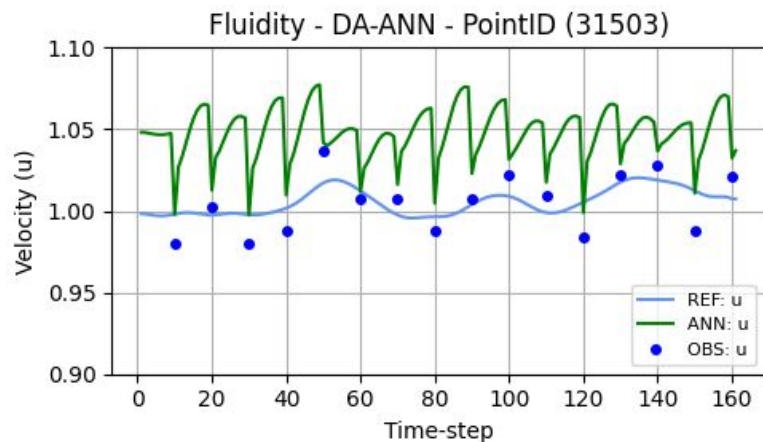
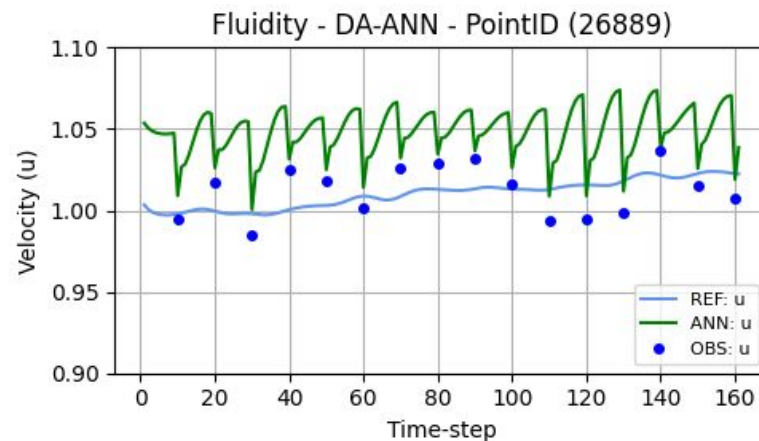
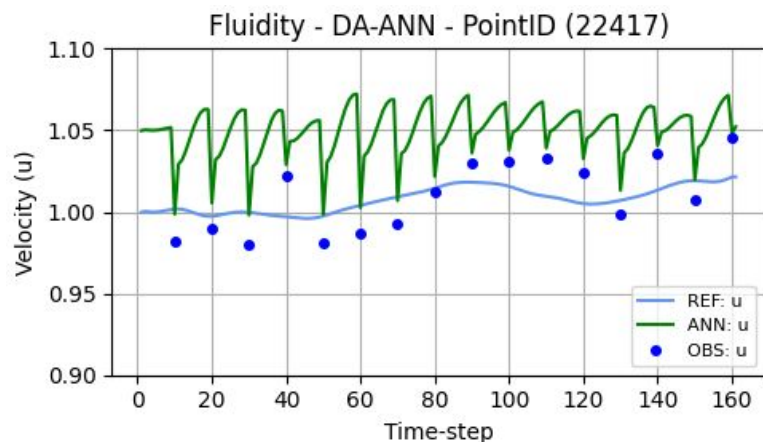


- Esfera
 - Diâmetro = 1
- Pontos de observação
 - P1, P2, P3 e P4
- Raio de influência
 - $R = 5$

Fluidity - Assimilação de Dados

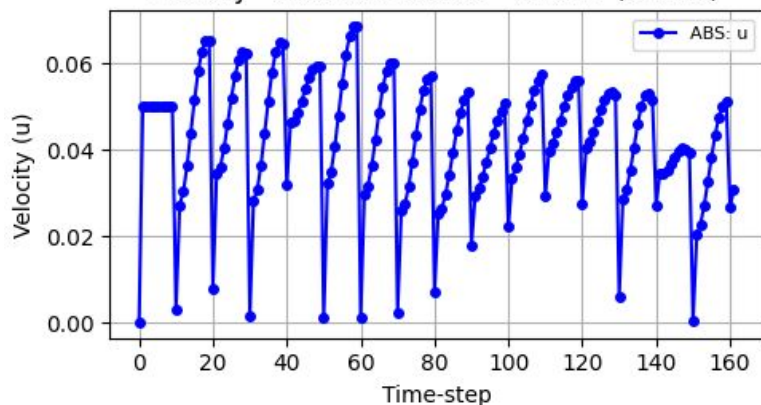


Fluidity - Assimilação de Dados

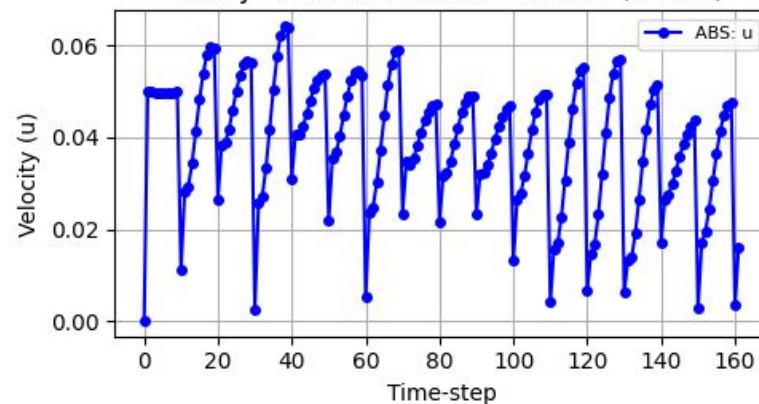


Fluidity - Assimilação de Dados

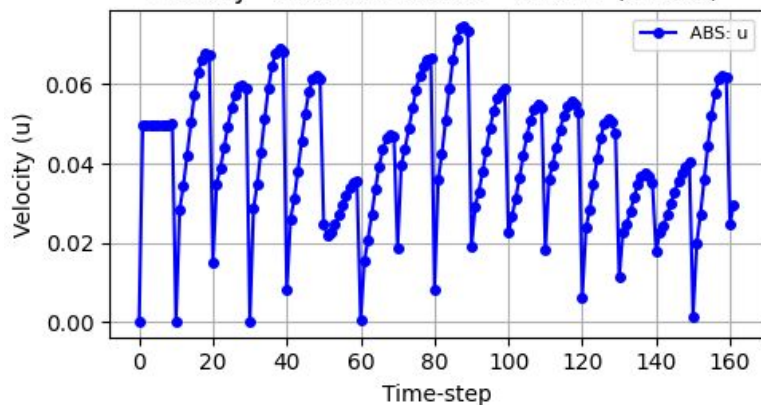
Fluidity - Absolute Values - PointID (22417)



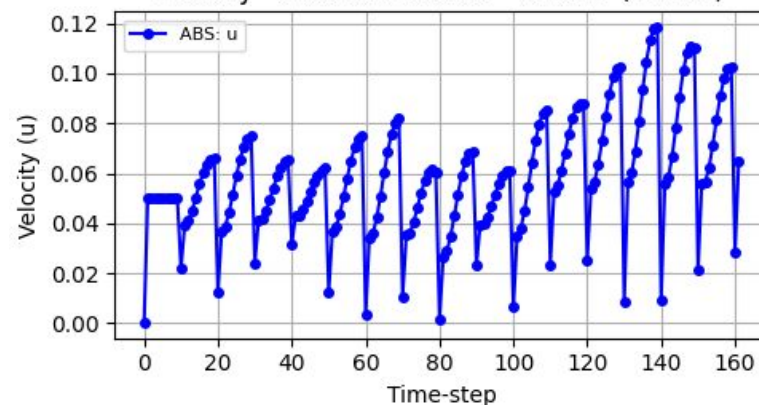
Fluidity - Absolute Values - PointID (26889)



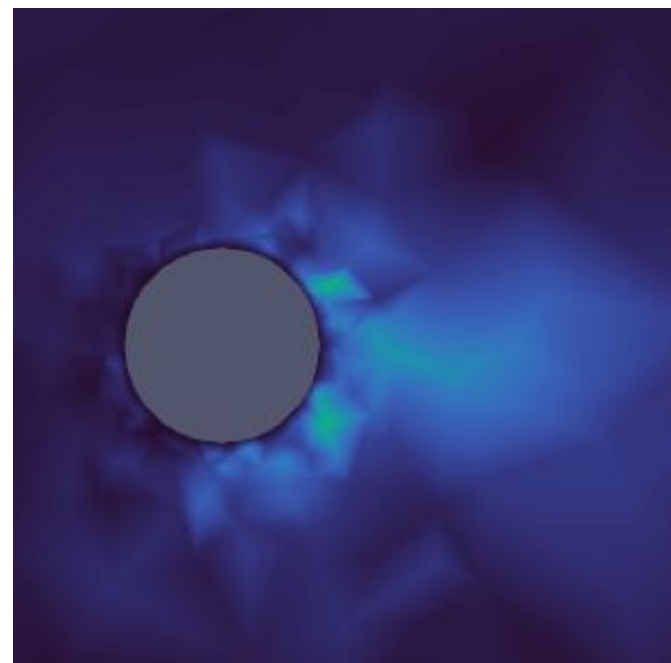
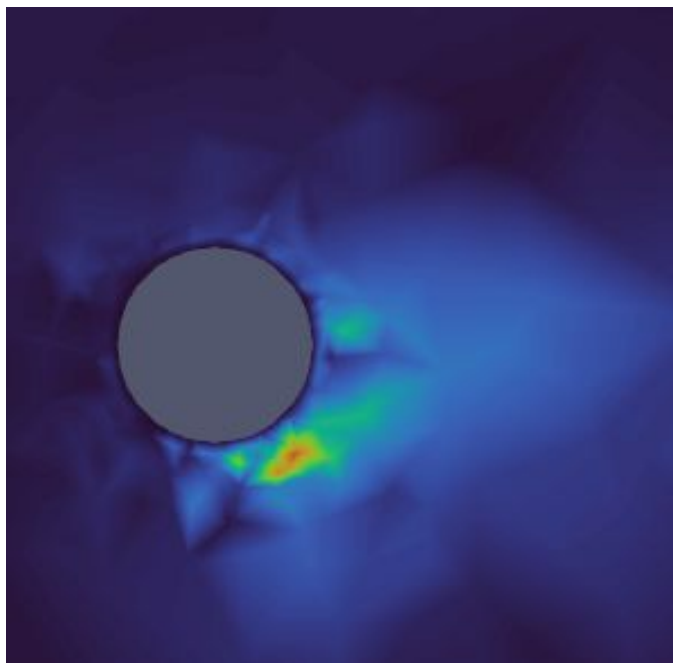
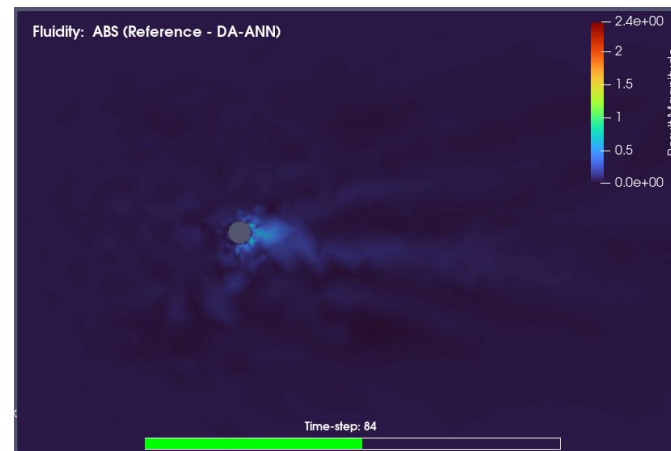
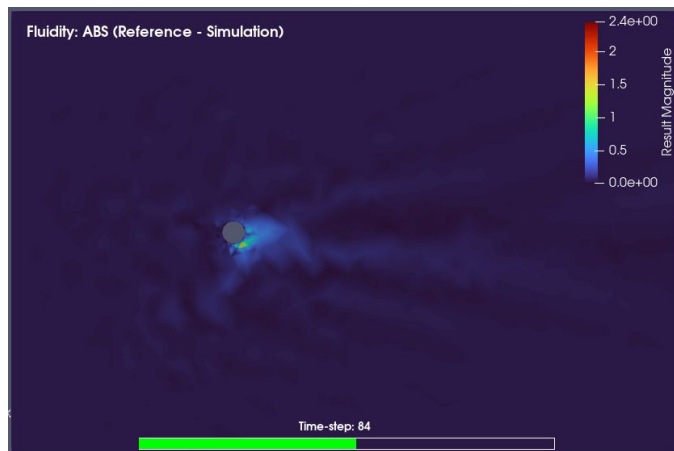
Fluidity - Absolute Values - PointID (31503)



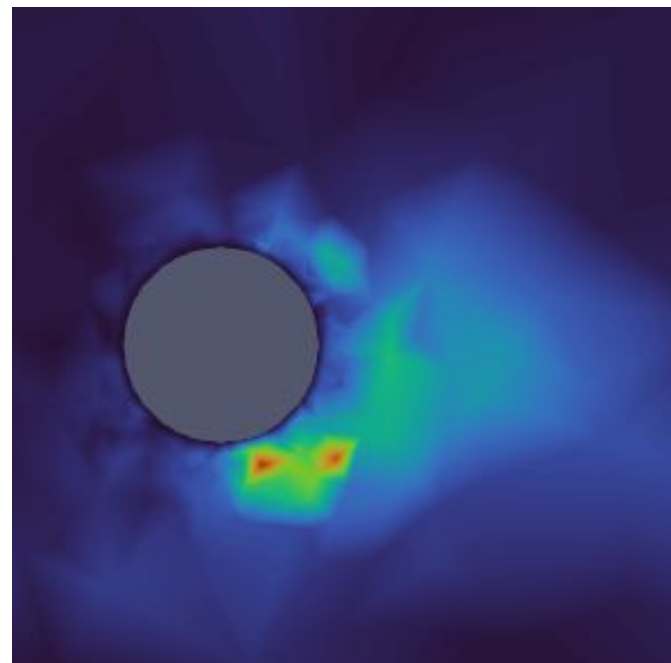
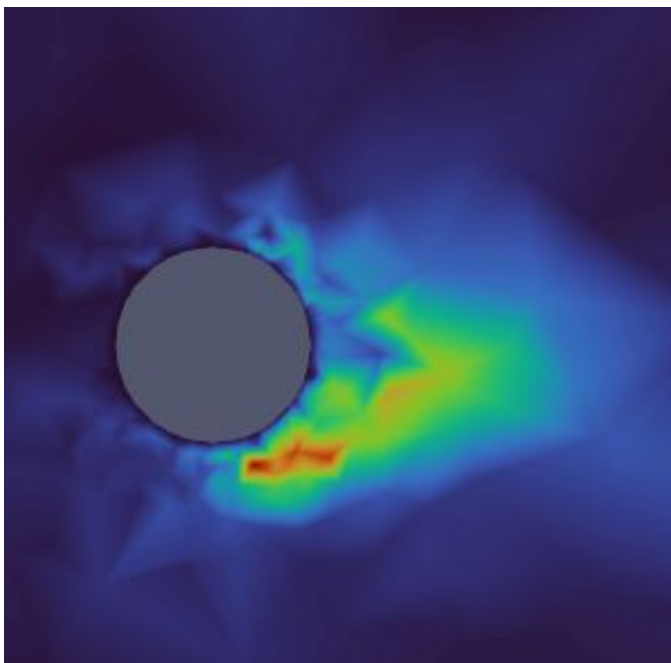
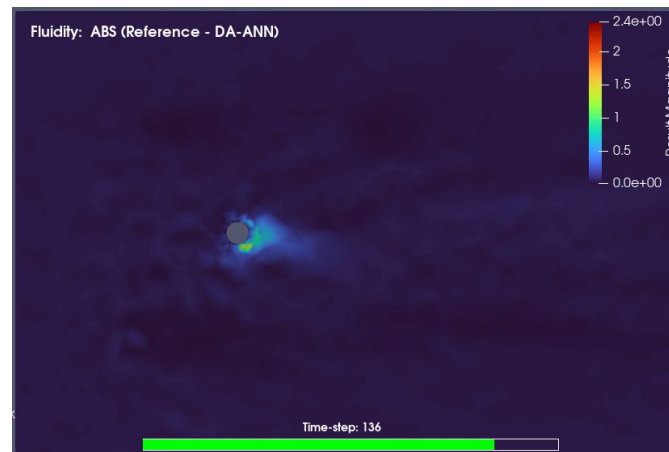
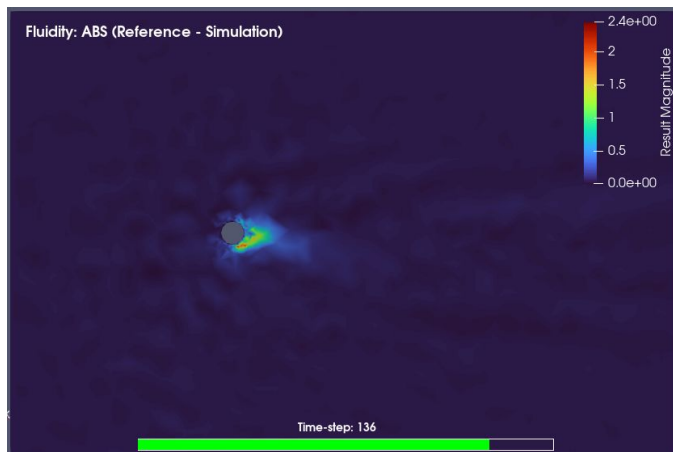
Fluidity - Absolute Values - PointID (42402)



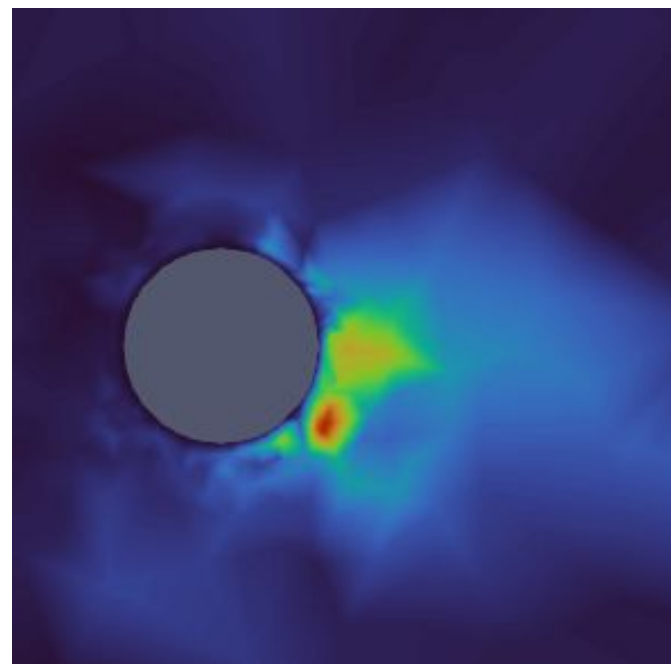
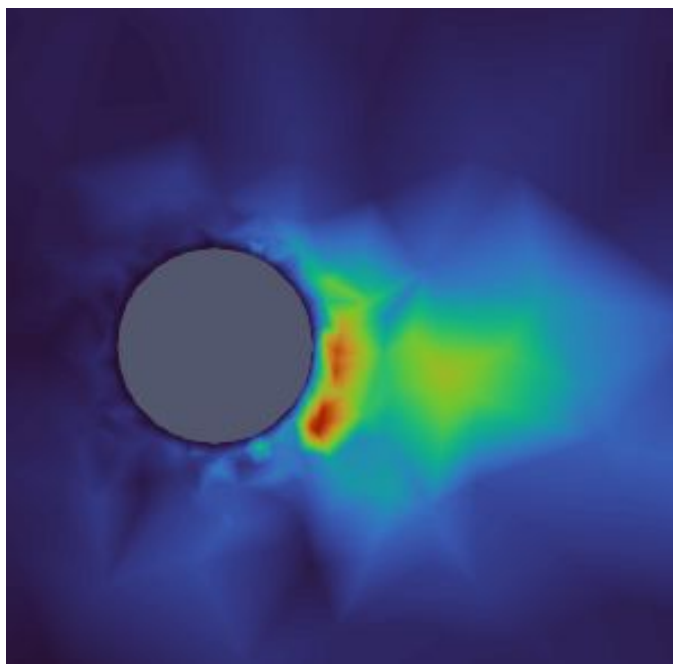
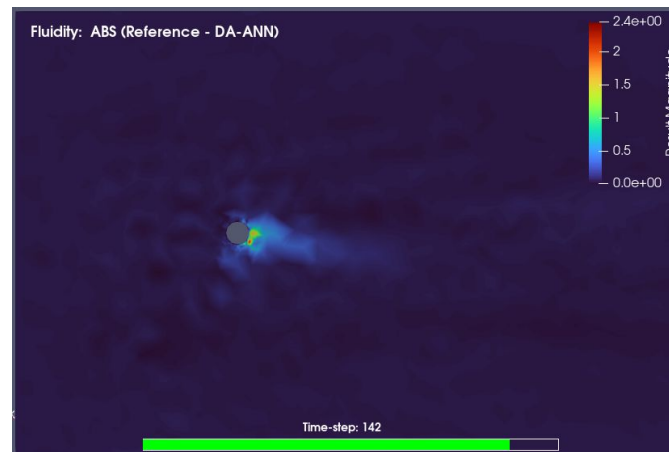
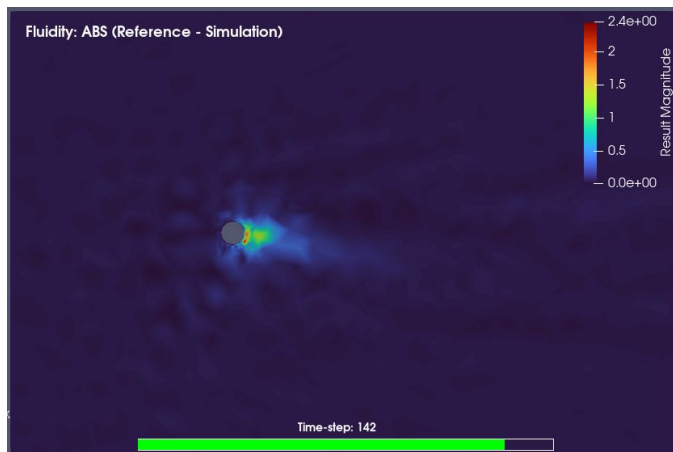
Fluidity - Resultados TS=84



Fluidity - Resultados TS=136



Fluidity - Resultados TS=142



Assimilação de Dados por RNA (Fluidity)

Muito obrigado pela atenção!!

Questões?

Comentários?