

# Simulação e modelagem de tráfego e congestionamento.

Orientador: Wei-Liang Qian (钱卫良),  
Aluno: Pedro G. Branquinho

Universidade de São Paulo (USP),  
Departamento de Ciências Básicas e Ambientais (DEBAS)

Duração: 1 Agosto 2021 a 31 Janeiro 2021  
Data: 20 de Setembro de 2021

# Conteúdo

1	Resumo do projeto	3
2	Atividades a serem realizadas	3

# 1 Resumo do projeto

Existem modelos físicos, os quais modelam o tráfego de carros, utilizando-se das equações da Hidrodinâmica [1] e da Cinética de Gases [2]. Na simulação desses modelos, precisa-se resolver Equações Diferenciais Parciais (EDPs). Assim, a principal competência a ser desenvolvida é nas técnicas de simulação numérica será desenvolvido.

Programas e literaturas a nível de pós-graduação serão empregados, como o estudo das aulas do programa de doutorado do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) em métodos numéricos em EDP's, ministradas por André Nachbin e disponível no YouTube. Aulas da Boston University, ME 702 - Computational Fluid Dynamics, ministradas pela professora Lorena A. Barba, também disponível na plataforma YouTube. Bem como, serão estudados livros textos, com ênfase em física computacional e análise de estabilidade computacional [3].

O objetivo inicial é a reprodução do artigo sobre instabilidade com pequenas perturbações, baseado em equações de Navier-Stokes [1]. Em seguida, propõe-se explorar condições de simulações ainda não constadas na literatura.

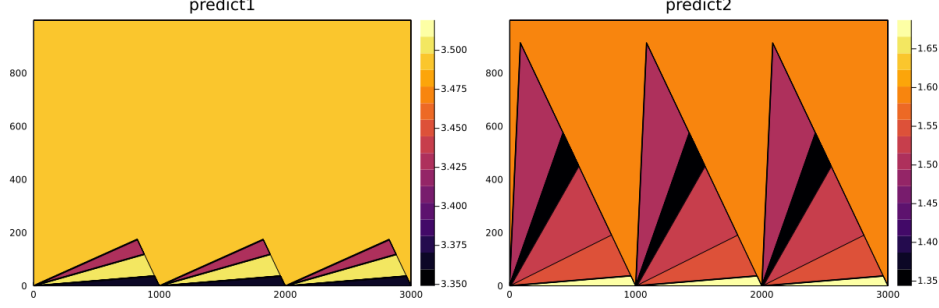
# 2 Atividades a serem realizadas

1. Estudo, anotação, e reprodução do curso integral de simulação de EDPs do programa de doutorado no IMPA.
2. Reprodução dos doze passos para simulação das equações de Navier-Stokes, proposto no curso de Lorena A. Barba.
3. Análise das condições de instabilidade numérica do modelo de B. S. Kerner e P. Konhause [1].
4. Produção de resultados em estado da arte.

As linguagens a serem utilizadas estão entre C++, Python e Julia. Algumas simulações já foram feitas utilizando-se de bibliotecas de Redes Neurais

Fisicamente Informadas (RNFI/PINN) (Figura 1). Porém, pela técnica e pacotes serem jovens, existe muita instabilidade em relação ao código, e mudanças quase semanais de semântica, o que dificulta o uso da técnica.

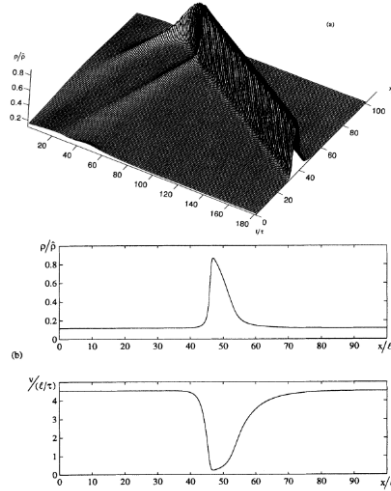
Figura 1: Tentativas de simulação proposta por Kerner, com PINN.



Fonte: Os autores

Pretende-se, no entanto, utilizar das técnicas de discretização tradicionais, para o problema. Assim, por meio de Métodos das Diferenças Finitas, ou Elementos Finitos (MDF/MEF). Pois, são mais genéricas e seguras de se obter resultados desejados, como foi feito no artigo de Kerner (Figura 2).

Figura 2: Simulação original



Fonte: Imagem de Kerner e Konhäuser [1]

## Referências

- [1] B. S. Kerner and P. Konhäuser, “Cluster effect in initially homogeneous traffic flow,” *Physical review E*, vol. 48, no. 4, p. R2335, 1993.
- [2] M. Bando, K. Hasebe, A. Nakayama, A. Shibata, and Y. Sugiyama, “Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation,” *Physical review E*, vol. 51, no. 2, p. 1035, 1995.
- [3] W. H. Press, W. T. Vetterling, S. A. Teukolsky, and B. P. Flannery, *Numerical recipes*, vol. 818. Cambridge university press Cambridge, 1986.