

# Método de Lattice Boltzmann e Método das Fronteiras Imersas para Simulação de iteração Fluido-Estrutura

Mateus Teixeira Magalhães (mateus96mt@gmail.com)

Bernardo Martins Rocha (bernardomartinsrocha@gmail.com)

Departamento de Ciência da Computação - Universidade Federal de Juiz de Fora

## Introdução

A iteração de fluidos com estruturas tem sido objeto de estudo em muitas pesquisas e é muito explorado na engenharia devido à sua grande aplicabilidade, sendo feita experimentalmente ou através de simulação computacional. No entanto a simulação computacional deve ser feita com cuidado de forma a escolher o método e a malha adequada para simular o fluido e a estrutura, para que se obtenha um custo computacional aceitável e uma boa aproximação numérica do problema.

Nesse trabalho foi usado para simulação de escoamento de fluido o método de Lattice-Boltzmann e para simulação do obstáculo foi usado o método das fronteiras imersas, de forma que a iteração fluido-estrutura ocorre devido ao acoplamento dos dois métodos.

## Métodos

O método de Lattice-Boltzmann (MLB [1]) é um método numérico usado para simulação de escoamento de fluidos na escala mesoscópica. Variáveis macroscópicas, como pressão e velocidade, podem ser recuperadas a partir de funções de distribuição de partículas do Lattice-Boltzmann. A dinâmica do método é governada pela equação de Lattice-Boltzmann (ELB). A ELB é discretizada no espaço em uma região na qual distribuições de partículas podem se deslocar com velocidade e direção bem definida chamada lattice. Para duas dimensões uma configuração de lattice comumente usada e que também foi usada nesse trabalho é o lattice d2q9 [1]. Usualmente condições de contorno são feitas baseadas na manipulação diretamente nas distribuições, de forma a simular obstáculos e fronteiras em uma simulação de escoamento de fluidos com LBM. Essa abordagem não é muito boa devido ao fato da malha do lattice ser discretizada tornando muito difícil a representação de obstáculos e fronteiras com geometrias complexas, como um círculo por exemplo. Esse trabalho sugere uma outra abordagem que usa o método das fronteiras imersas [2], para representação do obstáculo. Tal método tem como princípio a representação do obstáculo em uma malha cartesiana e inserida na malha discreta do LBM. A iteração fluido-obstáculo é feita através da interpolação das duas malhas e da transmissão de um termo forçante [3], devido à presença do obstáculo, na equação de Lattice-Boltzmann ao invés de manipular diretamente as distribuições.

## Resultados

Na implementação do algoritmo para as simulações foi usada a linguagem C++ com geração de arquivos de dados no formato “.tvk” visualizados no Paraview. Para testar a abordagem proposta nesse trabalho foi usada a simulação do escoamento de Poiseuille, no qual um fluido viscoso escoava através de um tubo. A Figura 1 ilustra a visualização da simulação do escoamento de Poiseuille somente com a gravidade como termo forçante na equação de Lattice-Boltzmann.

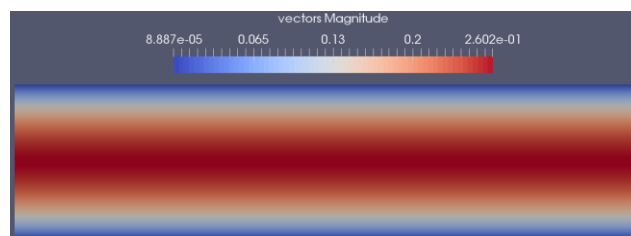


Figura 1

A Figura 2 mostra o escoamento com obstáculo rígido, usando o método das fronteiras imersas.

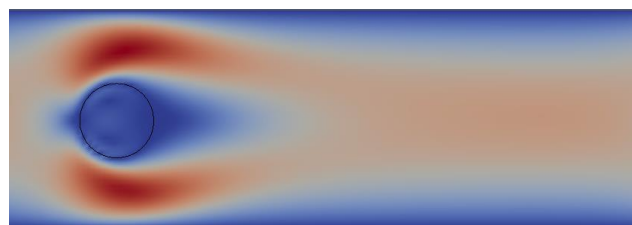


Figura 2

## Conclusões

Como trabalhos futuros queremos realizar uma validação mais detalhada das simulações do método das fronteiras imersas acoplado ao método de Lattice-Boltzmann bem como realizar simulações da iteração fluido-estrutura não só com obstáculos rígidos mas também com obstáculos com propriedades materiais, capazes de sofrer deformações e deslocamentos.

A partir do que já foi feito podemos notar que o método das fronteiras imersas é fácil de ser acoplado ao método de Lattice-Boltzmann e oferece uma boa alternativa para simulação de escoamento em obstáculos com geometrias complexas.

## Referências bibliográficas

- [1] CAMPOS, Joventino de Oliveira. **Simulações computacionais de escoamento de fluidos e problemas de reação-difusão através do método de Lattice Boltzmann**. Monografia (Graduação em Ciência da Computação), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- [2] KRÜGER, Timm. **Introduction to the immersed boundary method**. In: LBM Workshop 2011.
- [3] GUO, Zhaoli; ZHENG, Chuguang; SHI, Baochang. **Discrete lattice effects on the forcing term in the lattice Boltzmann method**. Physical Review E, v. 65, n. 4, p. 046308, 2002.