

ESTUDO DO ESCOAMENTO DE FLUÍDOS EM GEOMETRIAS RESTRITAS E COM DEFEITOS

Paloma Vieira da Silva (ICV do PIBIC/UFPI), F. F. Barbosa Filho (orientador, Depto. de Física – CCN/UFPI)

INTRODUÇÃO

O escoamento de fluídos em meios porosos naturais ou artificiais possui importância tanto para a engenharia quanto para as ciências. A indústria do petróleo busca métodos eficientes para a retirada de óleo da rocha. A indústria de construção civil se preocupa com a transmissão de água através dos materiais utilizados nas edificações. Estes são fenômenos que envolvem o transporte de fluídos de uma forma bem complexa e que até cerca de três décadas atrás eram modelados usando equações diferenciais parciais (equações de Navier-Stokes). Estas equações diferenciais por serem não lineares apresentam um grau de dificuldade maior para a implementação de métodos numéricos, tais como o método de diferenças finitas. Este cenário foi alterado a partir de meados da década de 70, com o desenvolvimento dos computadores pessoais e a introdução do método de autômatos celulares de gás na rede (LGCA) por Frisch, Hasslacher e Pomeau (modelo FHP).

Neste projeto desenvolveremos estudos investigativos a cerca dos padrões surgidos devido ao escoamento de um ou mais fluidos em meios com desordem e em geometrias restritas usando a técnica LGCA, com modelos como o FHP (Rothman e Zaleski, 1997, Wolf-Gladrow, 2000, Succi, 2001, Azevedo 2007).

METODOLOGIA

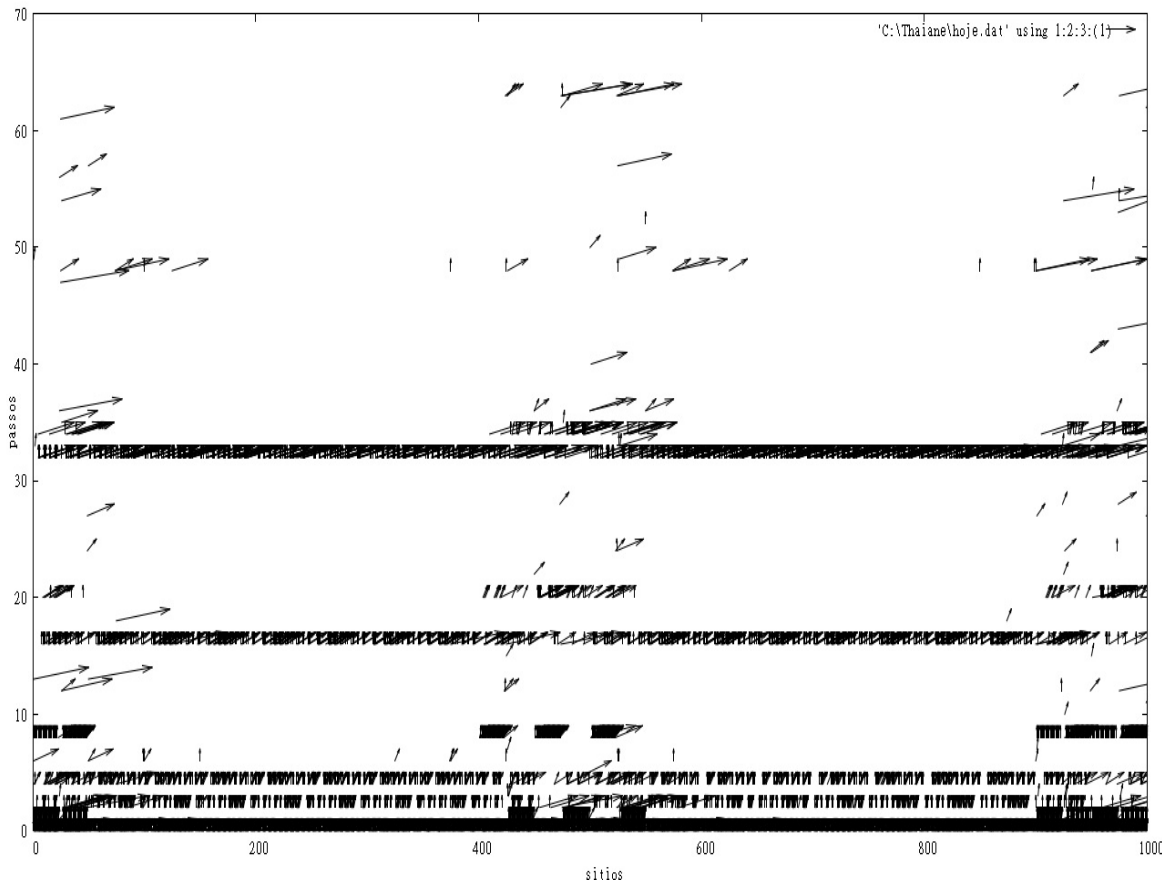
A pesquisa foi fundamentada em duas partes. A primeira foi destinada a um estudo analítico de equações diferenciais parciais (equações de Navier-Stokes), com o objetivo de simular o comportamento de fluidos incompressíveis. Na segunda parte, foi utilizada a técnica computacional conhecida como autômato celular de gás na rede aplicadas a meios desordenados e com geometrias restritas (Célula de Hele-Shaw). O estudo do projeto consistiu numa pesquisa bibliográfica sobre o escoamento de fluidos. Partindo do caso mais simples que é um fluido incompressível, o qual a sua viscosidade é desconsiderada, e seu comportamento é descrito pelas equações de Navier-Stokes. Estas equações não possuem solução analítica para a maioria dos casos. Isto se deve ao fato de que a equação de Navier-Stokes é uma equação diferencial parcial não-linear. Foi utilizado Autômato celular de gás na rede (LGCA) para reproduzir o comportamento de fluidos governados pela equação de Navier-Stokes. Essa técnica computacional foi de grande utilidade, para determinar padrões de propagação de fluidos em meios com desordem aleatória, ou seja, fluidos complexos.

Área: CV () CHSA () ECET (X)

Elaboramos um algoritmo, fazendo uso das regras de propagação e colisão das partículas componentes do fluidos, seguindo o modelo proposto por Frisch, Hasslacher e Pomeau (modelo FHP), que é autômato celular definido numa rede com simetria hexagonal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente geramos uma configuração com toda a rede desocupada, exceto um conjunto de sítios centrais que estão ocupados por partículas com uma distribuição determinada de velocidades. Executamos o programa para uma rede de tamanho 50×20 , que foi mapeada num vetor de 10.000 componentes. Após a coleta dos dados fizemos o mapeamento de volta do vetor de 10.000 componentes para a rede bidimensional. Neste processo usamos o software Gnuplot para desenhar as linhas de campo de velocidades. O resultado deste processo é mostrado na Figura abaixo.



Área: CV () CHSA () ECET (X)

Na figura acima temos o plano xy com as setas representando os vetores de velocidade das partículas do fluido se deslocando em um espaço na presença de barreiras longitudinais.

CONCLUSÃO

Os nossos resultados numéricos precisam ser melhorados, bem como as nossas habilidades de manipular graficamente os dados, de formar a obter uma imagem representativa dos deslocamentos das partículas no fluido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Física da UFPI pela disponibilidade de recursos computacionais e infra-estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, R. M. Simulação de Fluidos em um Meio Poroso Através de Autômatos Celulares de Gás na Rede-Dissertação de Mestrado defendida em fevereiro de 2007, Departamento de FÍSICA-UFPE, orientador: Mauricio D. Coutinho Filho.

GOULD, H., TOBOCHNIK, J., CRISTIAN, W. An Introduction to Computer Simulation Methods Pearson, 3^a ed., Addison Wesley, 2006.

ROTHMAN, H. D., ZALESKI, S. Lattice-Gas Cellular Automata, Simple Models of complex Hydrodynamics. Cambridge, 1997.