

CONVECÇÃO NATURAL EM CAVIDADE POROSA HETEROGÊNEA: SIMULAÇÃO NUMÉRICA UTILIZANDO O MÉTODO DE LATTICE BOLTZMANN

Heric Nicholas Gusso Silva¹, Silvio L. M. Junqueira², Admilson T. Franco³

Bolsista PRH-ANP 10, hericn@gmail.com, ^{1,2,3}Departamento de Engenharia Mecânica - DAMEC, Laboratório de Ciências Térmicas - LACIT, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

R E S U M O

MOTIVAÇÃO: Na investigação de escoamentos em meios porosos e fraturados, comumente encontrados nas atividades de engenharia de perfuração e simulação de poços, o método Lattice Boltzmann tem se revelado uma ferramenta útil quando comparada aos métodos numéricos tradicionais (e.g. volumes finitos).

Nos métodos tradicionais de dinâmica dos fluidos, as equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia são resolvidas para volumes ou elementos discretos (escala macroscópica). Alternativamente no MLB, conjuntos de partículas (escala mesoscópica) são representados por uma função distribuição, onde são considerados os fenômenos de deslocamento e colisão, os quais são caracterizados pela Equação de Transporte de Boltzmann (Figura 1).

OBJETIVO: Aplicar o Método de Lattice Boltzmann para simular numericamente a transferência de calor por convecção natural em uma cavidade quadrada aquecida lateralmente, preenchida com um meio poroso heterogêneo (obstáculos sólidos igualmente espaçados).

Estudar a influência de parâmetros geométricos e hidráulicos no fenômeno. Os resultados serão analisados através de linhas de corrente, isotermas e pelo número de Nusselt médio na superfície aquecida.

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: Em reservatórios de petróleo e gás natural, que são frequentemente modelados como meios porosos (Figura 2), a caracterização de propriedades como porosidade, permeabilidade e condutividade térmica são importantes para o estudo da transferência de calor e percolação. A complexidade dos meios porosos reais torna necessária a obtenção de modelos simplificados (Figura 3b). Além disso, a variação de escalas, dada a presença de poros micrométricos e fraturas quilométricas, apresenta uma excelente oportunidade para a aplicação e avaliação do MLB neste problema.

RESULTADOS OBTIDOS: Um programa computacional foi desenvolvido para realizar a simulação da convecção natural na cavidade heterogênea aquecida lateralmente com o uso do método Lattice Boltzmann. Ensaios numéricos foram realizados variando parâmetros geométricos da cavidade tais como o número, dimensão e distância entre os blocos para diferentes números de Rayleigh. Resultados quantitativos, baseados no número de Nusselt médio na parede aquecida e qualitativos, através de linhas de corrente e isotermas, foram obtidos e mostraram-se satisfatórios quando comparados aos da literatura.

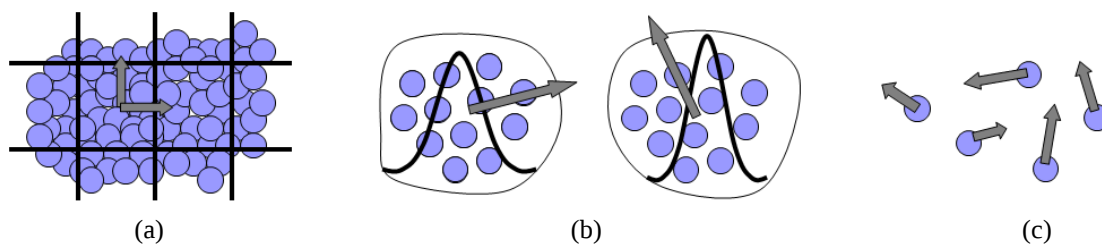


Figura 1 – Diferença entre (a) dinâmica dos fluidos computacional (b) MLB e (c) Dinâmica Molecular.

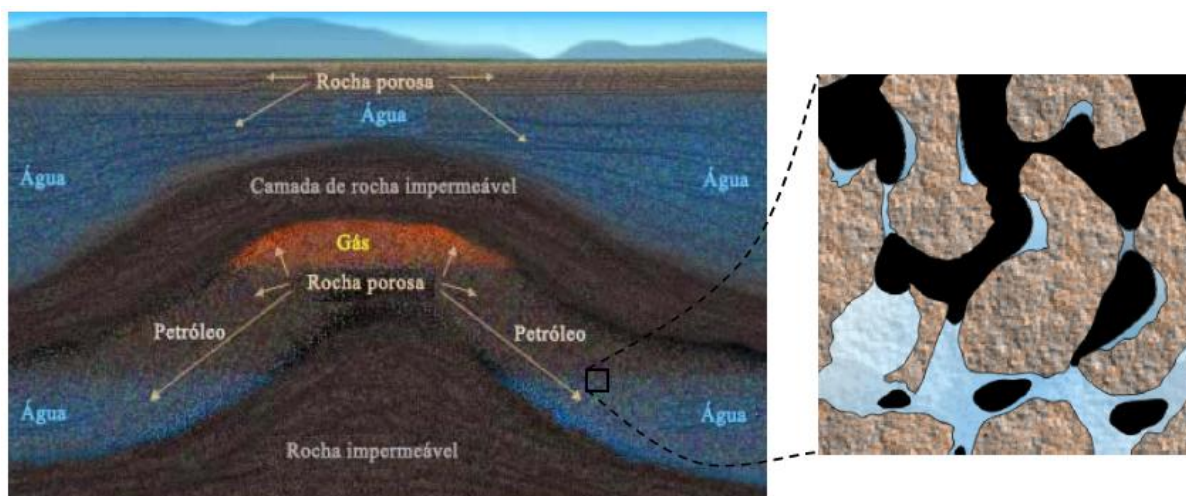


Figura 2 – Representação esquemática de um meio poroso real.

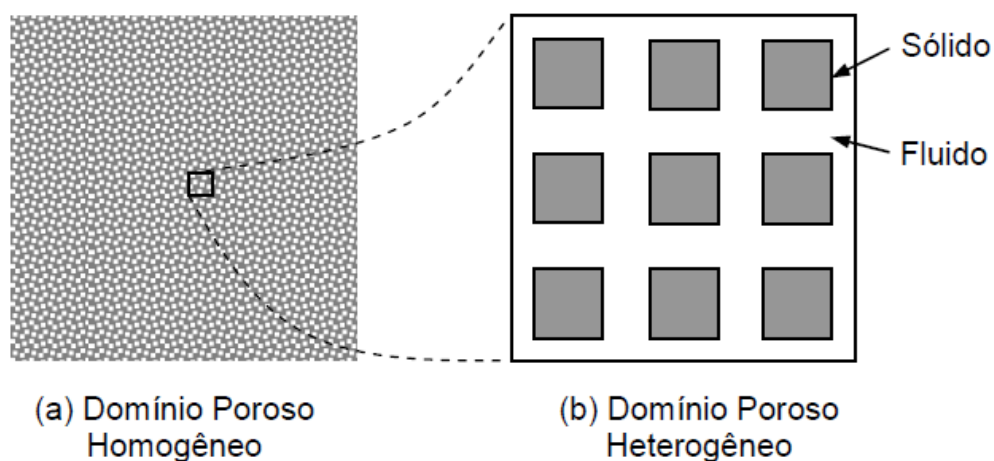


Figura 3 – Representação simplificada de um meio poroso: modelos homogêneo (a) e heterogêneo (b); parede esquerda aquecida, parede direita resfriada; base e topo adiabáticos.