

# Estudo do Crescimento da Região de Mistura Macroscópica para o Escoamento de um Traçador Passivo em um Meio Poroso Heterogêneo

Marcio R. Borges

Laboratório Nacional de Computação Científica,  
Av. Getúlio Vargas, 333, 25651-075, Petrópolis, RJ,  
E-mail: mrborges@lncc.br,

## RESUMO

A variabilidade espacial em formações porosas (aquíferos e reservatórios de petróleo) ocorre em todas as escalas de comprimento (da escala dos poros à escala do reservatório) e é incorporada às equações que governam o transporte de um traçador em um meio poroso com base em campos aleatórios (modelos geoestatísticos). Conseqüentemente, o campo de velocidades é uma função aleatória (ou estocástica) do espaço. A estocasticidade do campo de velocidades leva ao surgimento de uma região de mistura entre os fluidos, que pode ser caracterizada por um comprimento  $\ell = \ell(t)$ . No limite de pequenas flutuações da heterogeneidade, [2] e [3] verificaram que o crescimento assintótico (para tempos grandes) da região de mistura para o traçador passivo é determinado, via teoria de perturbação, por uma lei de escalas das heterogeneidades geológicas através da relação  $\ell(t) \sim t^\gamma$ , onde  $\gamma = \max\{1/2, 1 - \beta/2\}$  e  $\beta$  é o expoente de Hurst que controla o grau de heterogeneidade das múltiplas escalas. A dimensão típica de uma heterogeneidade exerce uma importante influência sobre o comportamento do fluxo em um meio poroso heterogêneo. Desta forma, qualquer esquema para quantificar os efeitos da variabilidade precisa considerar a escala (ou as escalas) de variação. Então, os objetivos deste trabalho foram: i) apresentar estudos de Monte Carlo de alta resolução para demonstrar a importância da correta representação das escalas da geologia estocástica para a obtenção taxa de crescimento da região de mistura macroscópica prevista pela teoria; ii) verificar a aplicabilidade da *análise de escalas* [1] como uma técnica de transferência de escalas no caso do transporte de um traçador passivo. Neste estudo, tanto a convergência numérica quanto a estatística foram consideradas para grandes regiões computacionais (para reduzir os efeitos de fronteiras, os quais não são incluídos na teoria). Os resultados demonstraram que a escala na qual o campo de permeabilidades foi definido exerce grande influência nos resultados dos estudos de Monte Carlo e que a análise de escalas pode ser utilizada como uma técnica de transferência de escalas.

**Palavras-chave:** *Modelagem Estocástica, Geologia Fractal, Análise de Escalas*

## Referências

- [1] M. R. Borges, F. Furtado, F. Pereira, e H. P. Amaral Souto. Scaling analysis for the tracer flow problem in self-similar permeability fields. *Multiscale Modeling & Simulation*, 7(3): 1130–1147, 2008. URL <http://link.aip.org/link/?MMS/7/1130/1>.
- [2] J. Glimm e D. H Sharp. A random field model for anomalous diffusion in heterogeneous porous media. *Journal of Statistical Physics*, 62(1-2):415–424, 1991.
- [3] Q. Zhang. A multi-length scale theory of the anomalous mixing length growth for tracer flow in heterogeneous reservoirs. *Journal of Statistical Physics*, 66(1-2):485–501, 1992.