

Programação MS1
Análise Numérica para Modelos Diferenciais:
Teoria, Métodos e Aplicações

Primeiro Dia.
(Chair: Prof. Eduardo Abreu)

- Jose Alberto Cuminato (ICMC/USP)
Asymptotic and numerical study of the planar stick-slip flow for viscoelastic fluids
- Fabricio Simeoni de Sousa (ICMC/USP)
New developments in the Multiscale Robin Coupled method for flows in porous media
- Maicon Correa (IMECC/UNICAMP)
Métodos de Elementos Finitos Mistos-Híbridos em Malhas Quadrilaterais com Aplicações em Meios Porosos e em Elasticidade Linear

Segundo dia
(Chair: Prof. Maicon Correa)

- Sandra Malta (LNCC/MCTIC)
Métodos de Elementos Finitos Estabilizados Aplicados a Problemas com Propriedades Descontínuas
- Giuseppe Romanazzi (IMECC/UNICAMP)
Análise Numérica de Métodos Multiescala e Homogeneização na simulação das primeiras fases de Carcinogênese no Cólon
- Eduardo Abreu (IMECC/UNICAMP)
Modeling, approximation and numerical simulation of nonlinear two-phase pseudo-parabolic Buckley-Leverett flow problems with dynamic capillary pressure in heterogeneous porous media

Títulos e Resumos das Palestras
MS1: Análise Numérica para Modelos Diferenciais:
Teoria, Métodos e Aplicações

Asymptotic and numerical study of the planar stick-slip flow for viscoelastic fluids

Jose A Cuminato
University of São Paulo, Brazil
jacuminato@gmail.com

Abstract

The stick-slip flow can be considered as an important challenging viscoelastic benchmark due to the presence of the stick-slip transition point, where a sudden change happens in the boundary conditions of the flow. In this work, the stress singularity of the Oldroyd-B, PTT and Giesekus viscoelastic models are verified for transient and steady planar stick-slip flow. We have carried out numerical simulations of the steady stick-slip flow along streamlines in the presence of a solvent viscosity, considering a given Newtonian velocity field and a simplified version of the constitutive equations. These results were published in a recent paper of Evans et al. (2017). In addition, we performed a full numerical simulations of the complete governing equations system for the transient planar stick-slip flow confirming the asymptotics results presented in Evans et al. (2017). In order to improve the numerical knowledge about this viscoelastic benchmark problem, the Cartesian stress formulation has been here originally assessed for the PTT and Giesekus models considering the solvent viscosity case. The latter has been for the first time used for solving the transient planar stick-slip flow.

New developments in the Multiscale Robin Coupled method for flows in porous media

Fabricio Simeoni de Sousa
ICMC/USP
f.s.sousa@gmail.com

Abstract

A multiscale mixed method aiming at the accurate approximation of velocity and pressure fields in heterogeneous porous media is proposed. The procedure is based on a new domain decomposition method in which the local problems are subject to Robin-type boundary condition. The domain decomposition procedure is defined in terms of two independent spaces on the skeleton of the decomposition, corresponding to interface pressures and fluxes, that can be chosen with great flexibility to accommodate local features of the underlying permeability fields. Then a multiscale formulation of the new domain decomposition method is proposed, its analysis is presented and the relation with existing multiscale mixed methods [MMMFEM, MHM] is discussed. Numerical simulations are presented aiming at illustrating several features of the new method, which indicate that it has the potential to produce more accurate predictions of pressure and fluxes in the presence of realistic permeability fields such as those from petroleum reservoirs.

Métodos de Elementos Finitos Mistos-Híbridos em Malhas Quadrilaterais com Aplicações em Meios Porosos e em Elasticidade Linear

Maicon Ribeiro Correa
DMA/IMECC/UNICAMP
maicon@ime.unicamp.br

Resumo

Nesta apresentação, discutiremos o desenvolvimento de novas famílias de elementos finitos estáveis, em malhas quadrilaterais, para formulações mistas dos sistemas de Equações Diferenciais Parciais (EDPs) de natureza elíptica que modelam escoamentos saturados em meios porosos altamente heterogêneos, através do problema de Darcy, e a deformação em um corpo elástico-linear. Essas famílias são caracterizadas por possuírem dimensão reduzida, em termos de graus de liberdade locais) e por fornecerem resultados robustos, tanto em malhas obtidas por mapeamentos afins quanto em malhas obtidas por mapeamentos bilineares. Do ponto de vista numérico, será discutida a hibridização das formulações mistas estudadas e a aplicação dos novos métodos de elementos finitos mistos-híbridos no o cálculo da velocidade de Darcy e da pressão em meios porosos rígidos altamente heterogêneos e no o cálculo de deslocamentos e tensões em meios elástico-lineares isotrópicos e será comentada sua aplicabilidade a problemas complexos, tais como escoamentos trifásicos compressíveis em meios porosos elástico-lineares altamente heterogêneos.

Métodos de Elementos Finitos Estabilizados Aplicados a Problemas com Propriedades Descontínuas

Sandra M. C. Malta
LNCC/MCTIC
smcm@lncc.br

Resumo

A busca de aproximações numéricas precisas e robustas para tratar modelos físicos com propriedades descontínuas, descritos por equações diferenciais parciais elípticas e/ou parabólicas, tem sido tema de diversos trabalhos na área de elementos finitos, em particular, no desenvolvimento de métodos multiescalas e de aproximações híbridas. Nesta conferência, apresentamos o método SDHM (Stabilized Dual Hybrid Mixed) para resolver o sistema elíptico de Darcy nas variáveis velocidade e pressão, que envolve a conservação de massa e a lei de Darcy [TEMA – Tendências em Matemática Aplicada e Computacional, a aparecer, 2018]. Esta aproximação é localmente conservativa e livre do compromisso entre os espaços de aproximação. Também analisamos a formulação de elementos finitos multiescala denominada método DD (Dynamic Diffusion) [Computers and Mathematics with Applications, 75 (2018), 307-321], desenvolvida para problemas de advecção-difusão-reação. O método DD é definido decompondo-se o campo de velocidades em escalas resolvida/grossa e fina, a última é usada para determinar a menor quantidade de difusão artificial que minimize a energia cinética na escala grossa. Isto é feito localmente e de forma dinâmica, impondo algumas restrições sobre a solução na escala resolvida, levando a um método consistente e livre de parâmetros. O espaço na escala fina é definido usando funções bolhas, cujos graus de liberdade são localmente eliminados em favor dos graus de liberdade da escala resolvida/grossa. Taxas ótimas de convergência são também exibidas para ambos os métodos. Além disso, diferentes tipos de descontinuidades (camadas limites, heterogeneidade do meio, descontinuidade nas condições iniciais e etc.) são apresentadas para ilustrar a excelente capacidade de cada uma das aproximações de representar com precisão as propriedades físicas desses modelos.

Análise Numérica de Métodos Multiescala e Homogeneização na simulação das primeiras fases de Carcinogênese no Cólon

Giuseppe Romanazzi, Geovan Carlos Mendonça Campos
IMECC, Universidade Estadual de Campinas (Brazil)
roman@ime.unicamp.br

Resumo

O cólon humano é propenso a aparência do câncer pela sua contínua renovação que consta de um elevado número de divisões de células por dia. A parte interior do cólon (epitélio) é formada de milhões de pequenas cavidades chamadas criptas, onde mutações genéticas das células são responsáveis do início do processo de carcinogênese. Uma primeira manifestação da carcinogênese observável através das imagens obtidas durante a colonoscopia é a presença de Aberrant Crypt Foci (ACF), que é um conjunto de criptas deformadas caracterizadas de uma proliferação atípica das células. O problema da proliferação das células é modelado, ao nível microescala, dentro das criptas, e ao nível macroescala no epitélio que contém milhões de criptas distribuídas periodicamente. Esta distribuição permite modelar e simular a evolução do ACF ao nível macroescala que é o nível observável durante a colonoscopia, permitindo assim comparar imagens colonoscópicas com as simulações numéricas. Nesta palestra, analisaremos a convergência do método heterogêneo multiescala (HMM) [Procedia Comput. Sci., 18, 1026-1035, (2013); Comm. Math. Sci., 1, 87-133, (2003)] aplicado ao modelo multiescala de proliferação de células no cólon, similar àquele apresentado em [SIAM J. Appl. Math., 76, 3, 1152-1177, (2016)], mas usando uma geometria mais real das criptas. Esta análise do erro usa um modelo homogeneizado do problema e propriedades multiescala do problema. Uma comparação entre os dois modelos multiescala e homogeneizado é discutida.

Modeling, approximation and numerical simulation of nonlinear two-phase pseudo-parabolic Buckley-Leverett flow problems with dynamic capillary pressure in heterogeneous porous media

Eduardo Abreu
eabreu@ime.unicamp.br

University of Campinas, IMECC, ^[1]Department of Applied Mathematics 13.083-970,
Campinas, SP, Brazil Joint work with Paola Ferraz (IMECC) and Jardel Vieira
(IMECC)

Abstract

Standard static models for capillary pressure (phase pressure difference) and relative permeability (neglecting hysteresis nonlinearity) have proved their limitations in reproducing effects like viscous finger formation and saturation overshoot, which were observed experimentally for real-world applications porous media flows. We formally discuss a numerical approach for the simulation of a two-dimensional model for immiscible incompressible two-phase flows in heterogeneous porous media to deal with dynamic capillary pressure. The dominant feature for these flows is the saturation overshoot under non-equilibrium effects in the capillarity pressure. The differential system of equations consist of a nonlinear pseudo-parabolic Buckley-Leverett equation (modeling the transport of fluid saturations) coupled with an elliptic problem (modeling the Darcy pressure-velocity). Upon certain manipulation of the differential equations, we rewrite the transport model as a nonlinear elliptic reaction-diffusion problem along with a simpler time-dependent relation to deal with the dynamic capillary pressure. Hybridized mixed finite elements and domain decomposition procedures are used for the spatial discretization of the equations. Proper locally conservative finite volume techniques are used for a balancing discretization of the first-order hyperbolic flux and the dispersive behavior inherent of the pseudo-parabolic model. After discretizing in time with an implicit method, the resulting nonlinear algebraic equations is solved with a sequential time-marching approach and the arising systems of linear equations are solved efficiently with an algebraic multigrid method. For the parameter range considered, immiscible viscous fingers are found to undergo interaction with dynamic capillary pressure and gravity effects for typical flow path situations in porous media transport problems. Our numerical experiments demonstrated the viability of the proposed formulation based on computational simulations subject to high-contrast heterogeneous porous media nonlinear flows.