

Formulações de elementos finitos e simulação multifísica

Agnaldo M. Farias¹, Philippe Devloo², Sônia M. Gomes¹

IMECC-Unicamp¹, FEC-Unicamp²

Resumo

Na base da tecnologia de elementos finitos encontram-se o que chamamos de espaços de aproximação, cuja construção envolve o particionamento do domínio em um número finito de elementos, sobre os quais são definidas as funções básicas, por partes. Em problemas acoplados, envolvendo diferentes fenômenos físicos, a escolha desses espaços pode variar conforme a necessidade de precisão e/ou necessidade de satisfação da conservação de quantias de interesse a nível local. Se um único espaço de aproximação for utilizado para todas as variáveis de estado na mesma simulação, podem ocorrer instabilidades nos algoritmos ou resultados com baixa precisão. Um dos principais focos desta pesquisa está na combinação de diferentes espaços de aproximação, chamados de espaços multifísicos, que contribuem no sentido de permitir a simulação de problemas com diferentes fenômenos físicos acoplados.

Modelos de simulações multifísicas têm sido amplamente estudados recentemente por terem uma ampla variedade de aplicações. Além disso, problemas multifísicos ocorrem em diversas áreas científicas, tais como bioengenharia, físico-química, Engenharia de Petróleo, etc. Na engenharia de petróleo tais problemas são caracterizados por interações de vários fenômenos. Tem-se, por exemplo, o problema de escoamento multifásico que é a interação do escoamento de fluido no meio poroso, dado pela equação de Darcy, com transporte de componentes. Outro fenômeno que pode ocorrer é a interação de deslocamento do sólido com a pressão de fluido no meio poroso, que é tratada no contexto de poroelasticidade consolidada por Biot.

As implementações computacionais deste trabalho são realizadas no NeoPZ, que é um ambiente de programação científica de código fonte livre e orientado a objeto. O NeoPZ inclui classes que contemplam diferentes tipos de espaços de aproximação, tais como espaço de funções em H^1 (contínuas), de funções descontínuas (L^2)

e espaços $Hdiv$ -conformes. No entanto, apenas um único espaço de aproximação era permitido em uma dada simulação. Sendo assim, foi necessário desenvolver uma estrutura de classes de modo a permitir uma interação, de maneira flexível, entre esses espaços e de contemplar simulações multifísicas.