

Título.....Modelação numérica acoplada de escoamentos sólido-fluido

Resumo alargado

Escoamentos multifásicos de material fluido e sólido representam um desafio às actuais capacidades de experimentação, conceptualização e modelação. O grande leque de escalas, quer temporais quer espaciais, envolvidas nestes fenómenos parece ter prevenido o desenvolvimento de modelos capazes de fornecer soluções atraentes para casos complexos, onde estas várias escalas são relevantes. Modelos competentes são aplicados tipicamente a escoamentos específicos, com escalas bem definidas, sofrendo de severos problemas fora do seu estreito domínio de aplicabilidade.

Observação directa, assim como medição de muitas quantidades neste tipo de escoamentos torna-se difícil ou impossível com os meios actuais, justificando-se assim a rarefeita literatura em modelos conceptuais robustos. Com o actual ritmo de crescimento de recursos computacionais, existe a esperança de que modelos resolvidos, com um número mínimo de hipóteses, possam levar a soluções aproximadas para estes escoamentos. Tais soluções terão o potencial de promover novas perguntas para investigar, levando a uma melhor compreensão dos fenómenos envolvidos.

O objectivo chave desta dissertação é a introdução de uma discretização sem malha unificada para sólidos rígidos e fluidos, permitindo a elaboração de simulações resolvidas de ambas as fases. A solução numérica, obtida por Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) e uma variante de Discrete Element Method (DEM), o Distributed Contact Discrete Element Method (DCDEM), é fruto da caracterização directa e local de contactos sólido-sólido e das interfaces sólido-fluido. A inovação do trabalho está centrada na generalização do acoplamento entre os métodos SPH e DEM para simulações resolvidas. Isto permite que teorias estado-da-arte para mecânica de contacto possam ser usadas em geometrias aleatórias, assim como o tratamento de transferências de quantidade de movimento entre as fases sólida e fluida. Os métodos são introduzidos e analisados em detalhe.

Uma série de campanhas experimentais foi desenhada de modo a fornecer validação para simulações de escoamentos complexos. Juntamente com soluções analíticas e outras soluções numéricas encontradas na literatura, procede-se à caracterização do modelo quanto à qualidade das suas soluções. Experiências inéditas foram levadas a cabo, como escoamento do tipo rotura de barragem com objectos móveis a jusante e medição de velocidades de sedimentação de partículas macroscópicas. Para os casos de rotura de barragem, um conjunto de blocos foi colocado em várias configurações e depois sujeito à onda de frente abrupta e subsequente escoamento não-permanente. Os blocos são seguidos e as suas posições ao longo do tempo servem de comparação com os resultados numéricos. Uma técnica de Particle Image Velocimetry (PIV) permite a medição do campo de velocidade no local de impacte e uma comparação directa com os resultados numéricos. Os resultados apontam para a precisão do modelo, assim como a capacidade de lidar com interações complexas, como o transporte de detritos ou quantificação de acções hidrodinâmicas não permanentes em estruturas. O caso de sedimentação confirma que as forças hidrodinâmicas relevantes são bem reproduzidas.

Resultados preliminares em casos limite são apresentados e discutidos. Estes são casos onde o tratamento numéricos se demonstra desafiante para outros modelos e iniciativas experimentais são simplesmente demasiado dispendiosas ou limitadas na quantidade de informação que podem recuperar.

Palavras-chave: Métodos sem malha, Smooth Particle Hydrodynamics, Discrete Element Method, Escoamento de detritos, Computação de alta performance