

MÉTODOS SEM MALHA APLICADOS A PROBLEMAS DE MECÂNICA DOS FLUÍDOS

Renata de Melo Sisilio e Silva¹; Tatiane Reis do Amaral²

Resumo: Os métodos sem malha são métodos numéricos de solução de equações diferenciais parciais, em que devido sua geometria complexa requerem um reajuste de malha, a cada iteração, para sua solução. Os métodos numéricos tradicionais que empregam uma malha fixa do domínio não resolvem adequadamente estes problemas, isto inclui os problemas de mecânica dos fluidos, área em que esses métodos são cada vez mais utilizados. O objetivo deste trabalho é estudar a aplicabilidade dos métodos sem malha em um problema bidimensional de mecânica dos fluidos. Uma simulação computacional em linguagem C++ foi implementada para a aplicação do método SPH (Smoothed Particle Hydro-dynamics). A validação desta simulação ocorreu com a solução do problema vortex spin-down.

Palavras-chave: Meshfree. Smoothed Particle Hydro-dynamics. Mecânica dos fluidos.

Introdução

A maior parte dos problemas na área de engenharia apresenta várias variáveis independentes e tem, portanto, modelagens baseadas em equações diferenciais parciais, cuja solução numérica parte de uma discretização do domínio do problema. Um domínio contínuo pode ser particionado em um número finito de elementos, padronizadamente conectados segundo um mapa topológico, denominado malha. Métodos numéricos como o das diferenças finitas, dos elementos finitos e dos elementos de contorno baseiam-se em relações de dependência entre tais elementos.

Entretanto, algumas limitações são encontradas no emprego de malhas, tais como a não adequação ao tratamento de descontinuidades que não coincidam com as interfaces dos elementos, alto custo computacional na criação da malha e uma notável perda de precisão em domínios de geometria complexa (LIU, 2005). Como resposta a essas limitações, foram criados novos métodos numéricos para a resolução desse tipo de problema, denominados métodos sem malha (Meshless ou Mesh-free Methods).

Liu (2005) define os métodos sem malha como sendo “métodos utilizados para estabelecer sistemas de equações algébricas para todo o domínio do problema

1 Acadêmica do curso de Engenharia Química do IFNMG, Campus Montes Claros. Voluntária de Iniciação Científica. Email: renatamelosisiliosilva@gmail.com

2 Docente do IFNMG, Campus Montes Claros. Email: tatiane.reis@ifnmg.edu.br

sem o uso de uma malha predefinida para a discretização do domínio”. Os métodos sem malha utilizam um conjunto de nós dispersos no interior do domínio do problema, bem como em suas fronteiras, descartando a necessidade de informações sobre a relação entre os nós para a aproximação da solução do problema.

A curta historia dos métodos sem malha deixa muitas lacunas a serem respondidas, daí a importância do estudo destes métodos. A aplicação destes em problemas de mecânica dos fluidos pode significar uma alternativa a métodos clássicos de forma muito eficiente (LEITÃO, 2010).

O método da hidrodinâmica de partículas suavizado (Smoothed Particle Hydrodynamics – SPH), considerado o pioneiro dos métodos sem malha, embora inicialmente desenvolvido para fenômenos de domínio astrofísico, tem encontrado aplicação em problemas de diversas áreas, notoriamente em mecânica dos sólidos e dinâmica dos fluidos (VASCO, 2014). Computacionalmente, o SPH apresenta vantagens como simplicidade de implementação e boa adequação a problemas com deformação. Entretanto, seu processo de interpolação não é completo e as condições de contorno não são satisfeitas exatamente (FONSECA, 2011).

O objetivo geral deste trabalho é estudar a aplicabilidade dos métodos sem malha (meshfree) a problemas bidimensionais de mecânica dos fluidos, em específico o simular computacionalmente a solução através do método SPH.

Metodologia

A implementação e simulação de um problema bidimensional de mecânica dos fluidos utilizando o método SPH é o intuito principal deste trabalho. A implementação ocorreu utilizando a linguagem C++, por sua facilidade de classes e bibliotecas já disponíveis para implementação do método SPH.

O problema implementado para validação foi o de um escoamento monofásico de um fluido incompressível, conhecido como vórtex spin-down.

Resultados e Discussão

Para validação do modelo computacional utilizou-se um escoamento monofásico de um fluido incompressível, conhecido como vórtex spin-down. Um fluido é confinado numa região quadrada com velocidade circular inicial, formando um vórtice central.

Por tratar-se de um fluido incompressível, a dissipação da velocidade na fronteira do domínio sugere a formação de outros vórtices. Assim alguns aspectos são

simulados como o aumento da viscosidade, a força externa e discretização temporal.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que o método SPH é capaz de resolver problemas de mecânica dos fluidos. A implementação do integrador com passo de tempo adaptativo resolve o problema implementado e sugere economia computacional para problemas mais complexos, o que o torna mais relevante. A simulação de problemas de interação entre fluidos e/ou fluidos com barreiras são perspectivas futuras de trabalho.

Referências

FONSECA, A. R. **Algoritmos Eficientes em Métodos sem Malha**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2011.

LEITÃO, Franklin Delano Cavalcante. **Métodos sem malha: aplicações do método de Galerkin sem elementos e do método de interpolação de ponto em casos estruturais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

LIU, G. R.; GU, Y. T. **An Introduction to Meshfree Methods and Their Programming**. Netherlands: Springer, 2005.

VASCO, Joel Roberto Guimarães Vasco. **Desenvolvimento de software utilizando a técnica sph (smoothed particle hydrodynamics) na geração de ondas de submersão**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2014.