

1 Introdução

Em diversas áreas, tais como mecânica e física, avanços nas pesquisas de fluidos utilizando análises numéricas têm gerado uma quantidade enorme de dados e são obtidos, com eficácia suficiente, para simular fenômenos naturais como fogo, explosões, água, fumaça etc, possibilitando realizar análises quantitativas (Krüger *et al*, 2005). Os dados são simulados tanto com métodos baseados em malhas (volumes finitos, elementos finitos e diferenças finitas) quanto métodos independentes de malhas MPS (Koshizuka e Oka, 1996) e SPH (Liu e Liu, 2003).

Os métodos dependentes de malhas (Grid-based methods) de natureza Euleriana, necessitam de modelos muito complexos para representar adequadamente estas malhas. Sua criação é extremamente sofisticada e em alguns casos tornam-se inviáveis além de não serem capazes de descrever fenômenos não-lineares (Tsukamoto, 2006). As células do grid permanecem estáticas fisicamente durante toda a simulação fazendo com que não haja uma garantia que a massa se conserve.

Já nos métodos independentes de malhas (Meshfree methods) de natureza Lagrangeana, essas dificuldades são contornadas, uma vez que os fluidos e sólidos são modelados através de partículas, que possuem grandezas físicas, tais como massa, energia, velocidade e densidade que se movem junto com o fluido, logo a massa é preservada durante todo o período de simulação. Neste trabalho é abordada a simulação por partículas SPH (Liu e Liu, 2003).

Uma questão comum nas técnicas de partículas é o problema da fronteira entre fluidos. Não há na literatura uma solução geral e satisfatória. Neste contexto, procuramos, nesta dissertação, o uso de algoritmos de visualização volumétrica para o tratamento deste problema de fronteira. É comum a utilização de partículas fantasmas, deixando o sistema computacionalmente caro. Nessa dissertação, é proposto que a fronteira do domínio seja representada por malhas triangulares e que a interação da fronteira com as partículas seja feita através de testes geométricos.

Visualização volumétrica é um conjunto de técnicas utilizadas na apresentação de dados associados a regiões de um volume a fim de explorar sua estrutura e facilitar sua compreensão (McCormick *et al*, 1987). Quando associados a regiões de volumes, os dados são considerados volumétricos.

Assim, podemos conceituar a visualização volumétrica como o conjunto de métodos de visualização relacionada com a representação, manipulação e apresentação dessa classe de dados.

A visualização volumétrica é vastamente utilizada para comparar dados oriundos de simulações, com resultados numéricos derivados de experimentos empíricos. A análise por dinâmica de fluidos é utilizada para simular eventos na natureza, constituindo uma fonte geradora de dados volumétricos (Paiva *et al*, 1999). Como exemplo temos o Separador de Produção (Figura 1), que pode ser simulado para visualizarmos a separação multifásica do petróleo entre gás, óleo e água.

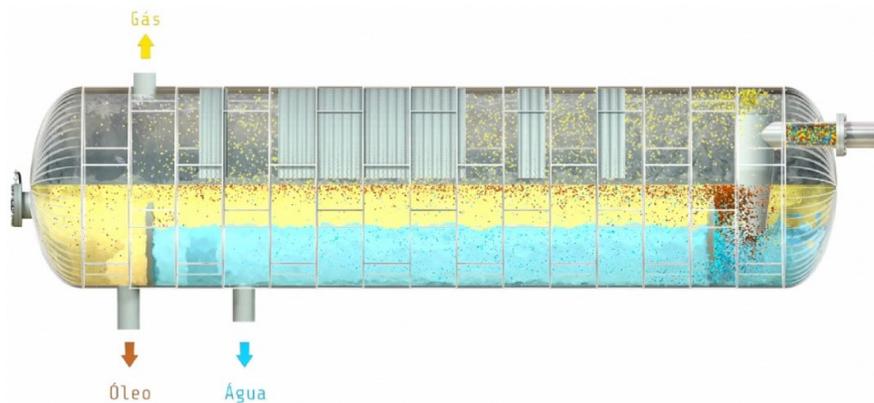


Figura 1 – Separador de Produção. Imagem cedida pela Petrobras

Os algoritmos utilizados na visualização volumétrica podem ser descritos em dois conjuntos: *rendering* direto e extração de superfície.

No primeiro caso, a imagem é gerada diretamente a partir dos dados volumétricos, sem passar por etapa intermediária alguma. Há um grande esforço computacional, devido à grande quantidade de dados manipulados nas simulações. Podemos citar como exemplos dessa técnica *Ray-Casting* (Levoy, 1988) e *V-Buffer* (Upson e Keeler, 1988).

No segundo caso, estão os denominados algoritmos de extração de superfícies. Neles, as imagens são obtidas através da geração de representações geométricas dos dados, utilizando técnicas de *rendering* de polígonos, devido ao bom conhecimento de técnicas de exibição de primitivas geométricas atualmente (Paiva *et al*, 1999). Como exemplo, podemos citar *Marching Cubes* (Lorensen e Cline, 1987) e *Marching Tetrahedras* (Shirley e Tuchman, 1990). Esta dissertação utiliza o algoritmo de *Marching Cubes* para definir a superfície de fronteira entre dois fluidos.

O objetivo desta dissertação é propor uma nova técnica para a visualização da fronteira entre fluidos utilizando o método SPH (Smoothed-particle Hydrodynamics) e o algoritmo Marching Cubes. Testes são realizados para averiguar os custos computacionais envolvidos na geração e renderização da malha da fronteira.

Esta dissertação está estruturada como se segue. No próximo capítulo, primeiramente são mencionados trabalhos relacionados. Em seguida, no capítulo 3, é explicado o algoritmo SPH. Marching Cubes é apresentado no capítulo 4. O capítulo 5 apresenta a implementação do sistema proposto. Os resultados deste projeto encontram-se no capítulo 6. No capítulo 7 encontramos a conclusão do trabalho e, finalmente, no capítulo 8 temos a bibliografia estudada.