

Controle de qualidade de malhas dinâmicas para simulação de escoamentos de fluidos

Luzia de Menezes Romanetto * **Fabrcio Simeoni de Sousa**

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - USP

13560-970 - São Carlos - SP

E-mail: luziaroma@grad.icmc.usp.br, fsimeoni@icmc.usp.br,

RESUMO

Em Mecânica de Fluidos Computacional, para simular o escoamento, métodos com malha têm maior precisão e robustez. Porém, quando pontos da malha são modificados (em métodos que utilizam malhas dinâmicas), alguns elementos desta malha perdem características necessárias para o bom condicionamento da simulação. Para se ter bons resultados no uso de malhas dinâmicas, é necessário manter o controle da qualidade da malha. Este controle é feito através de adaptações como inclusão ou movimentação de pontos.

No presente trabalho estudam-se estratégias para modificação de elementos (triângulos) de uma malha, visando desenvolver meios para manter controle da qualidade. Com isso se evita que erros associados a estes prejudiquem a precisão de métodos numéricos. É necessário estabelecer um critério para a qualidade de uma malha, e visando escolher um melhor critério, estuda-se o comportamento destes de acordo com o perfil dos triângulos.

Para definir um critério de qualidade, primeiro defini-se um meio de testar uma característica do triângulo, o qual pode-se pensar como uma função. Assim sendo, defini-se uma função de medida de qualidade do triângulo. Como existem infinitos triângulos semelhantes, claramente esta função não é injetora, e nem mesmo está bem definida no plano, pois em uma mesma região do plano pode-se definir infinitos triângulos de qualidades distintas. Para resolver este problema e poder avaliar melhor os valores que a função assume, considera-se o seguinte:

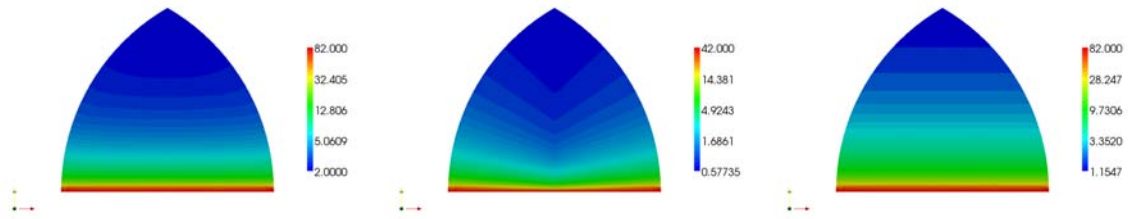
1. Dado um valor qualquer L , para todo triângulo existe um triângulo semelhante ao primeiro que tem a maior aresta de tamanho L , e por meio de escala este triângulo semelhante pode ser obtido facilmente;
2. Um triângulo é definido por três pontos, então fixando os dois primeiros destes pontos em $(0, 0)$ e $(L, 0)$, e impondo que esta aresta é a maior aresta no triângulo, todos os triângulos possíveis com orientação positiva que satisfazem estas restrições estão no seguinte domínio:

$$D = B((0, 0), L) \cap B((L, 0), L) \cap y > 0$$

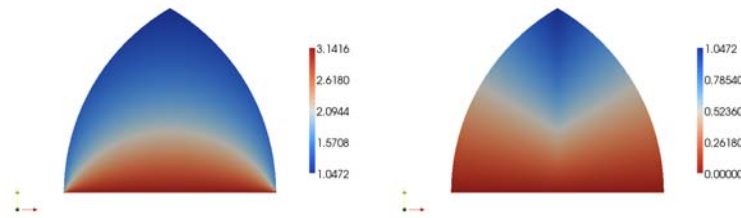
Onde $B(x, \delta)$ é a bola fechada centrada em x e raio δ .

Logo de 1 e 2 tem-se que para todos os triângulos possíveis, existe um triângulo semelhante em D , e este domínio é simétrico ao eixo $x = L/2$ paralelo a Oy quanto ao valor das características dos triângulos. Restringindo esta função a uma das regiões de simetria do domínio D , esta será injetora, e assumirá todos os seus valores possíveis. Então para alguns critérios usuais, temos as seguintes representações gráficas:

* bolsista de Iniciação Científica FAPESP



(a) Círculo Mínimo por Incírculo (b) Circunraio por Menor Aresta (c) Maior Aresta pela Altura



(d) Ângulo Máximo (e) Ângulo Mínimo

Desta maneira fica intuitivo a visualização do comportamento dos critérios de acordo com as características dos elementos na malha. Através das linhas de isoqualidade pode-se ter regiões de triângulos de qualidade desejadas, e através destas mapear qual a melhor estratégia de adaptação de uma região da malha.

Com este mapeamento dos critérios de qualidade, foi possível estudar o comportamento de diferentes estratégias de adaptação. Triângulos que não satisfazem um critério específico são removidos da triangulação de modo que a malha resultante possua qualidade melhor que a anterior. São apresentados casos teste, com distorções pré-definidas para avaliar o comportamento de cada estratégia de adaptação sob o efeito de cada critério de qualidade.

Palavras-chave: *Malhas Dinâmicas, Adaptação de malhas, Geometria Computacional*

Referências

- [1] M. de Berg, M. van Kreveld, M. Overmans, and O. Schwarzkopf. Computational Geometry. Springer, 1997.
- [2] H. Edelsbrunner. Geometry and Topology for Mesh Generation. Cambridge Monographs on Applied and Computational Mathematics. Cambridge University Press, 2001.
- [3] F. S. Sousa and N. Mangiacavchi. A lagrangian level-set approach for the simulation of incompressible two-fluid flows. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 47:1393-1401, 2004.