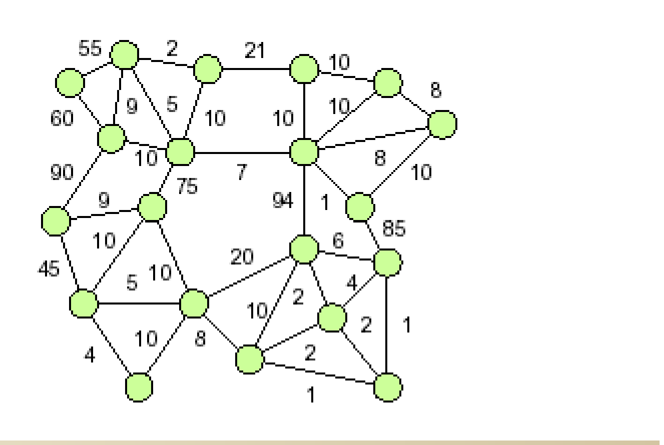
Computação Paralela e Geração de Malhas

- Kamila Ribeiro Ghidetti
- Vitor

Ambiente paralelo

- Basicamente em um ambiente de computação paralela existem (T>1) tarefas e (P>1) processadores. Onde as tarefas devem ser distribuídas entre os processadores de forma a agilizar os cálculos.

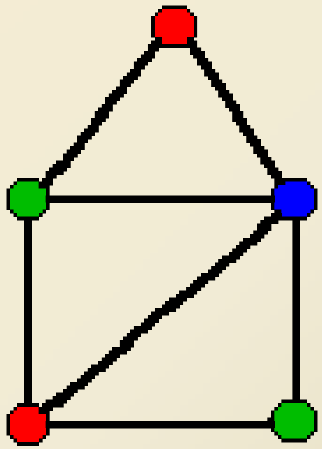


Ambiente paralelo

- Dividir as tarefas entre processadores .
    - Coloração de Grafos
    - Particionamento de Grafos
- Minimizar o volume de comunicação.
    - Casamento de grafos
- Diminuir a Ociosidade dos processadores.
    - Particionamento de Grafos

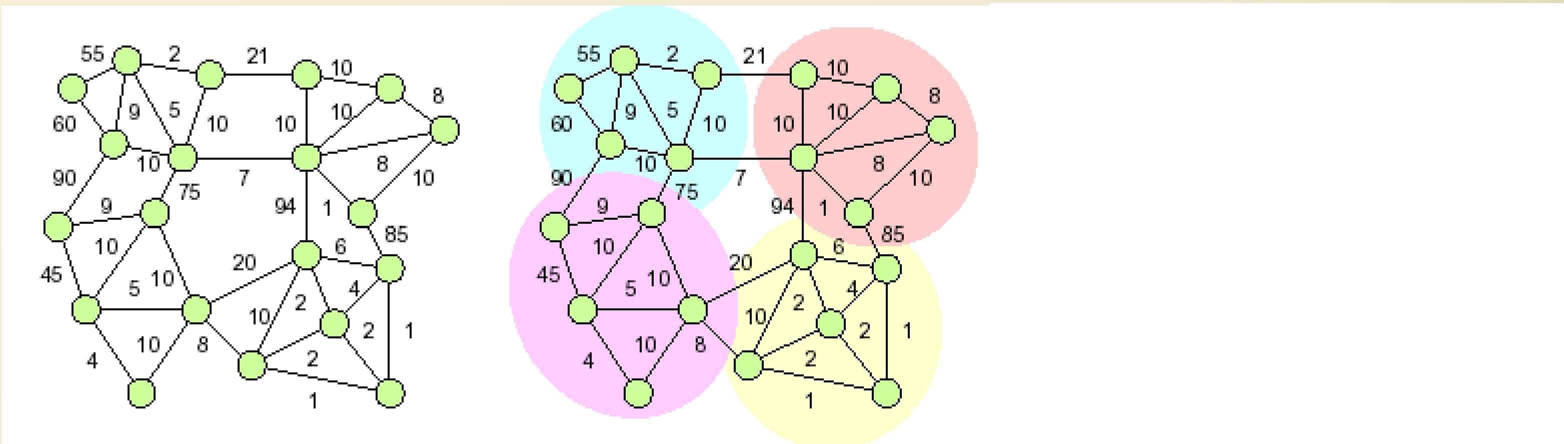
Coloração de grafos

- Tendo como base um grafo onde cada nodo (vértice) corresponde a uma tarefa e as arestas correspondem a uma dependência entre essas tarefas, temos que:



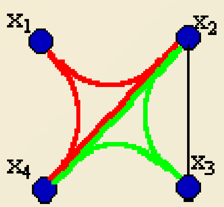
Particionamento de grafos

- O particionamento de grafos consiste em dividir os vértices do grafo em subconjuntos de forma que esses subconjuntos sejam balanceados.



Comunicação

- Hipergrafo
- Hiperaresta

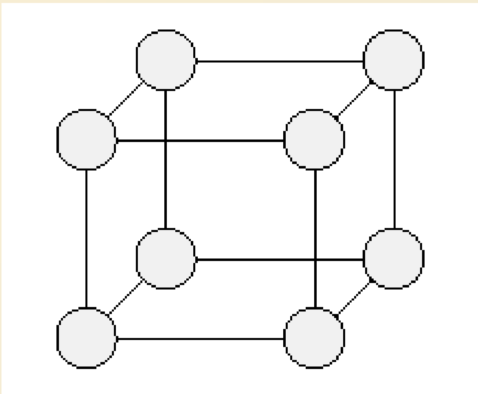


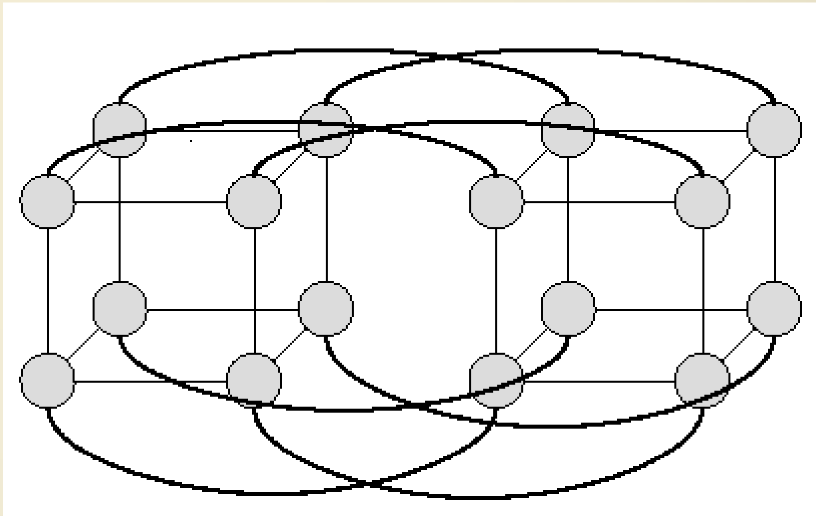
Seja, o grafo *H(V,A)* dado por:
$V = \{ x_1, x_2, x_3, x_4\}$
$A = \{ \{x_1, x_2, x_4\}, \{x_2, x_3, x_4\}, \{x_2, x_3\}\}$

Comunicação (Casamento de grafos)

- Consiste em encontrar um mapeamento, do grafo da aplicação com o grafo da arquitetura, de modo a maximizar a relação computação/comunicação;

- Assim, o mapeamento deve considerar a arquitetura e a rede de interconexão, e com essas informações construir uma solução visando a diminuição das comunicações e do balanceamento de carga





Classificação dos métodos de PG

- Global:
  - Utilizam informações de todo o domínio. (MB)
- Local:
  - Utilizam informações locais dos subdomínios envolvidos. São freqüentemente utilizados para refinamento. (KL)
- Multinível: é composto de 3 fases:
  - Inicialmente o grafo é reduzido a um grafo menor através da contração de arestas (agrupamento de vértices);
  - O grafo menor é particionado utilizando alguma técnica como bissecção ou Kernighan-Lin;
  - O grafo é descontraído.

Utilização software x método

	Chaco	Jostle	Metis	ParMetis	PARTY	SCOTCH	S-HARP
Geometric Schemes	●				●		●
Coordinate Nested Dissection					●		
Recursive Inertial Bisection	●						●
Space-filling Curve Methods				●			
Spectral Methods	●				●		●
Recursive Spectral Bisection	●						
Multilevel Spectral Bisection	●						
Combinatorial Schemes	●				●	●	
Levelized Nest Dissection					●	●	
KL/FM	●				●	●	
Multilevel Schemes	●	●	●	●	●	●	
Multilevel Recursive Bisection	●		●			●	
Multilevel k-way Partitioning		●	●	●			
Multilevel Fill-reducing Ordering			●	●			
Dynamic Repartitioners		●		●			●
Diffusive Repartitioning		●		●			●
Scratch-Remap Repartitioning				●			
Parallel Graph Partitioners		●		●			●
Parallel Static Partitioning		●		●			●
Parallel Dynamic Partitioning		●		●			●
Other Formulations		●	●	●			
Multi-constraint Graph Partitioning		●	●	●			
Multi-objective Graph Partitioning			●				

Geração de Malhas

• Geração de Malhas é a obtenção de malhas poligonais (2D) ou poliedrais (3D) que aproximem um certo domínio geométrico .

• Usada normalmente para simulações físicas que envolvem análise de elementos finitos e dinâmica de fluidos computacionais.

•Normalmente gasta-se mais tempo com a geração da malha do que em simulações e análise de resultados .

- Superficialmente, define-se como uma boa malha aquela formada por elementos de formas bem definidas e na menor quantidade possível.

- Um elemento de forma bem definida deve possuir ângulos e arestas que não variem muito, de forma a serem isotrópicos.

Algorítmos para obtenção da malha

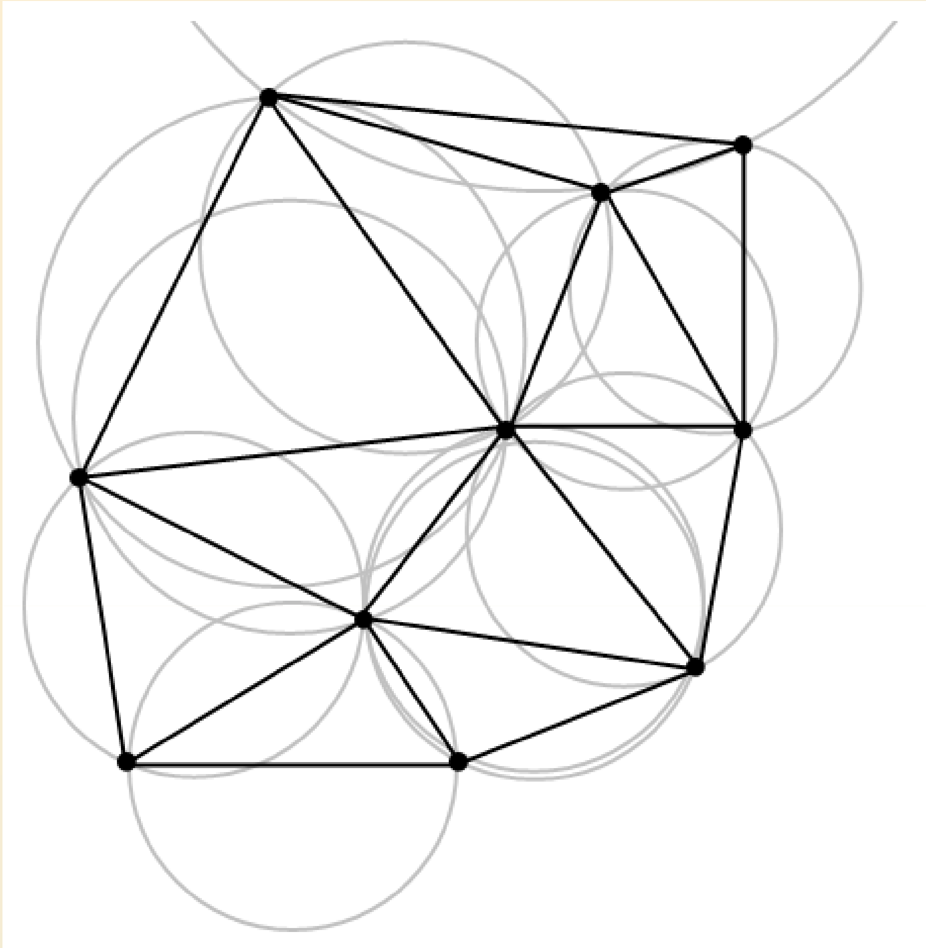
- Triangualação de Delaunay (2D):

➢ É um algorítmo para unir um conjunto de pontos através de triângulos de modo a minimizar os triângulos que possuam má formação.

- É uma triangulação DT(**P**) para um conjunto **P** de pontos no plano na qual nenhum ponto **P** está dentro de um círculo circunscrito a algum triângulo presente em DT(P).

- Maximiza o menor de todos os ângulos internos dos triângulos.

- Criada por Boris Delaunay em 1934



Triangulação de Delaunay no plano com os círculos circunscritos visíveis

- Vários algorítmos foram propostos no problema de geração de malhas para se inicializar/otimizar a localização dos pontos de uma malha, normalmente utilizando técnias de quad-tree (ou oct-trees em 3D) e algoritmos de inserção de pontos.

Exemplo de quad-tree para mapeamento de pontos no R^2

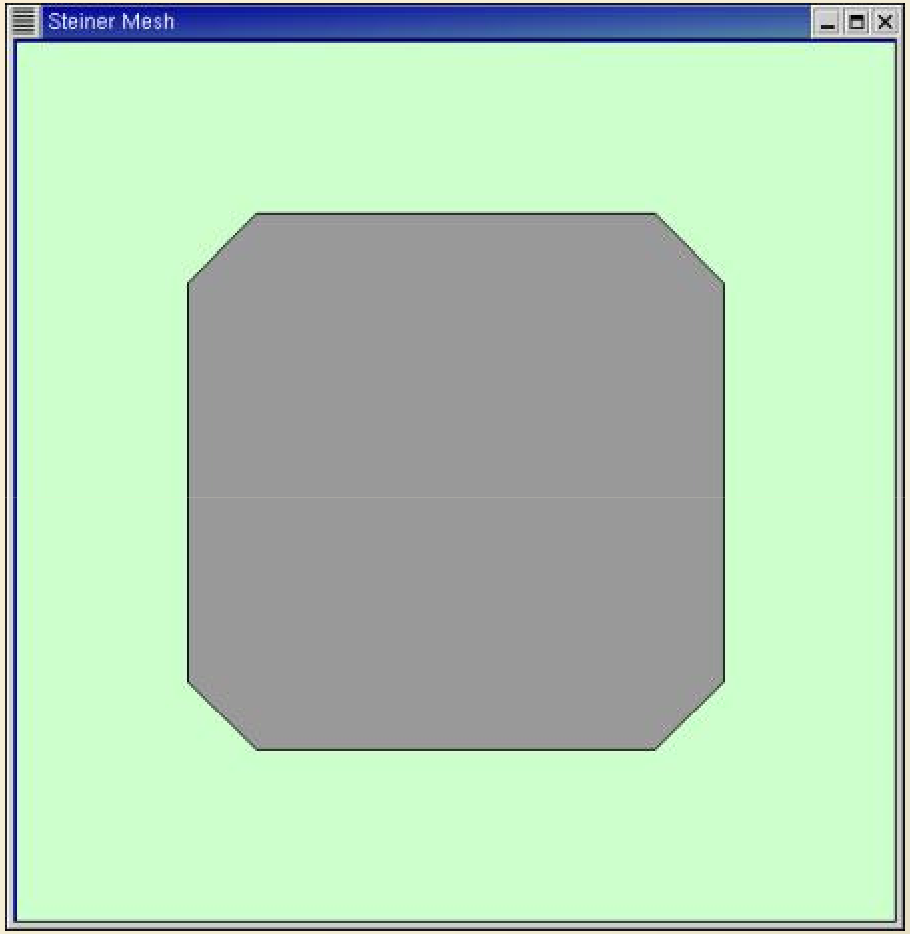
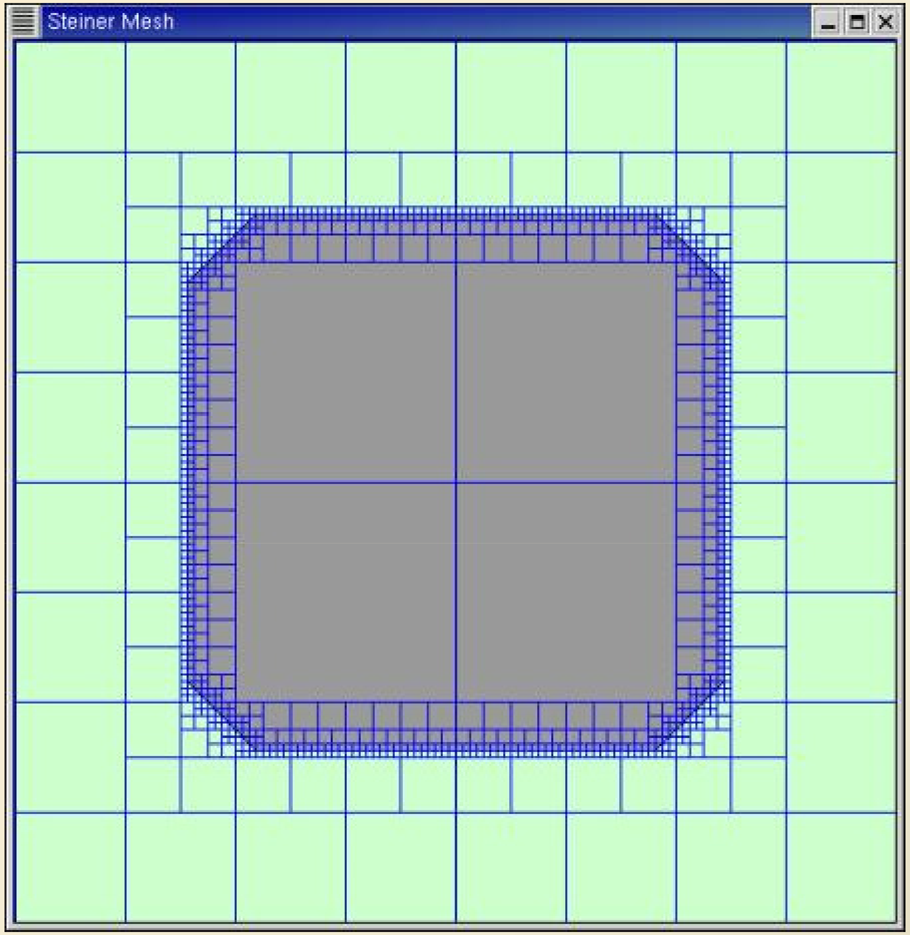
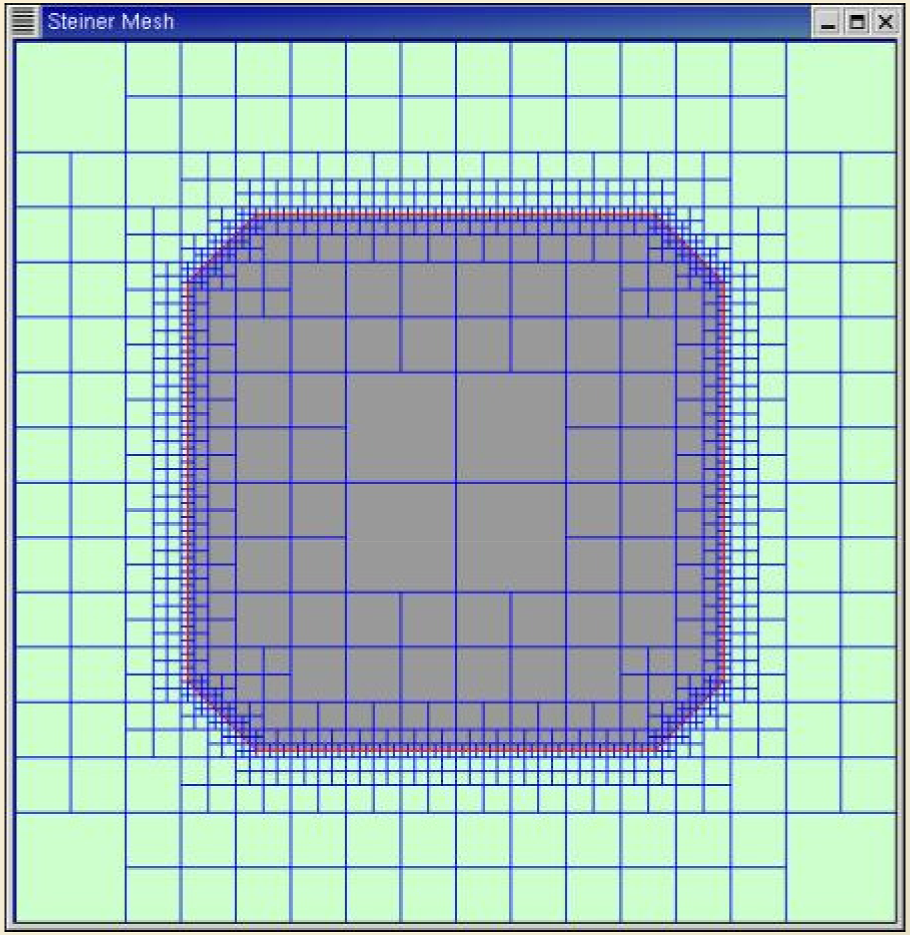


Imagem Inicial



Quad-tree



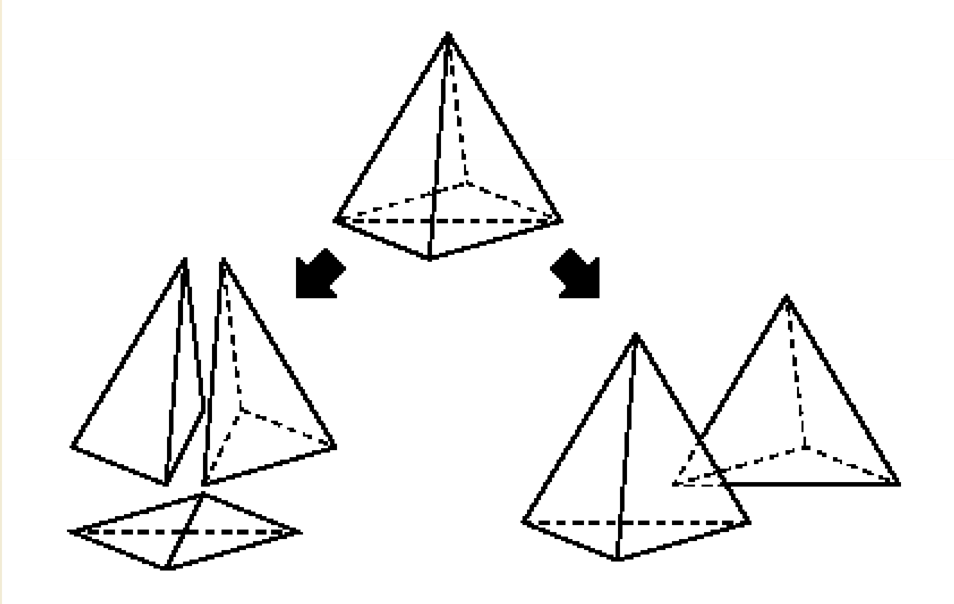
Quad-tree balanceada

Triangulação de Delaunay 3D

- Simplexos são **tetraedros**.
- Um poliedro arbitrário pode <u>não ser triangulável</u> sem a inserção de pontos.
- O teste da esfera vazia permite o aparecimento de tetraedros <u>degenerados</u> (*slivers*).
- Não maximiza o ângulo (diédrico) mínimo.
- Flips podem ser usados, já que há apenas duas maneiras de triangular o fecho convexo de 5 pontos: com dois ou três tetraedros.
  - A convexidade deve ser explicitamente testada antes de um flip.

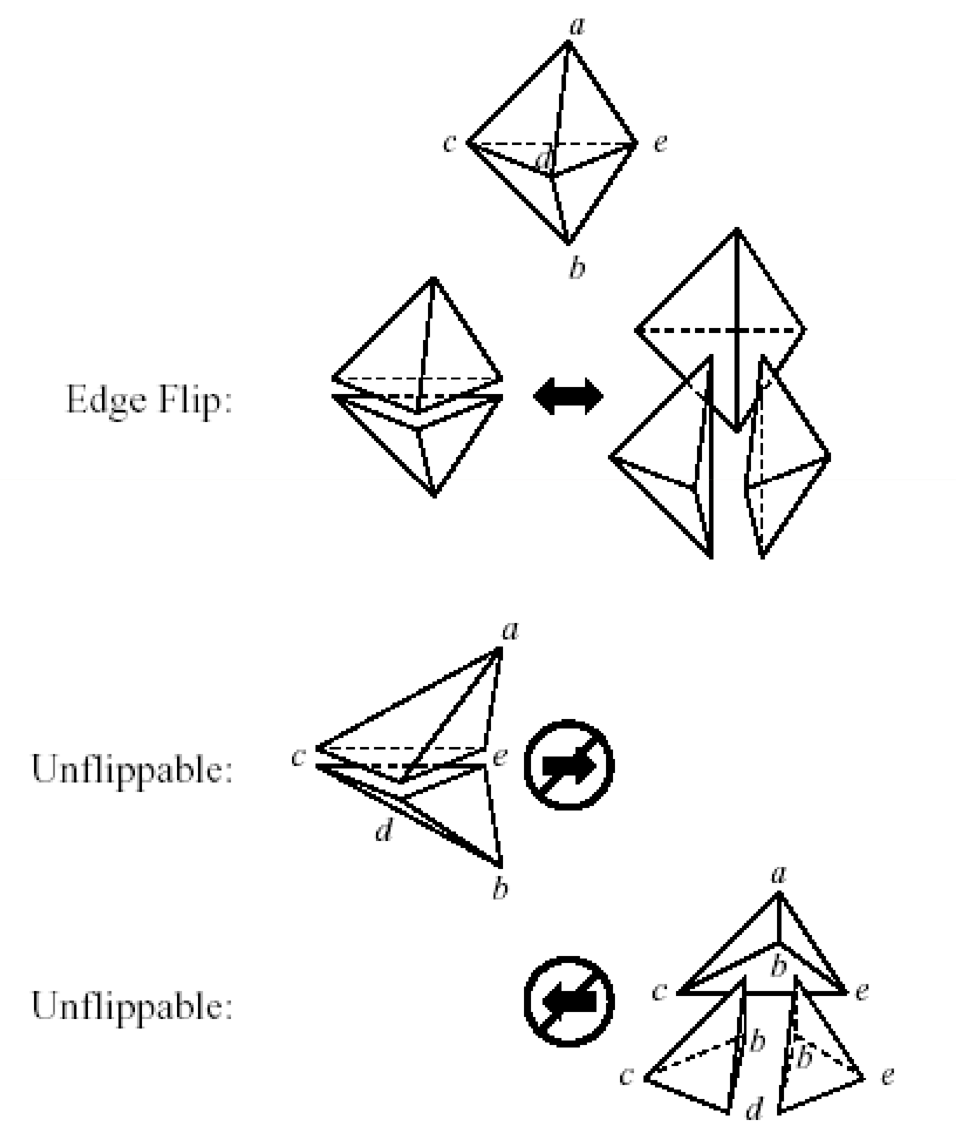
Exemplo de *Sliver*

- Este hexaedro pode ser triangulado de duas maneiras:
  - A triangulação de Delaunay à esquerda produz um *sliver*.
  - A triangulação da direita não é Delaunay, mas produz dois tetraedros com boa forma.



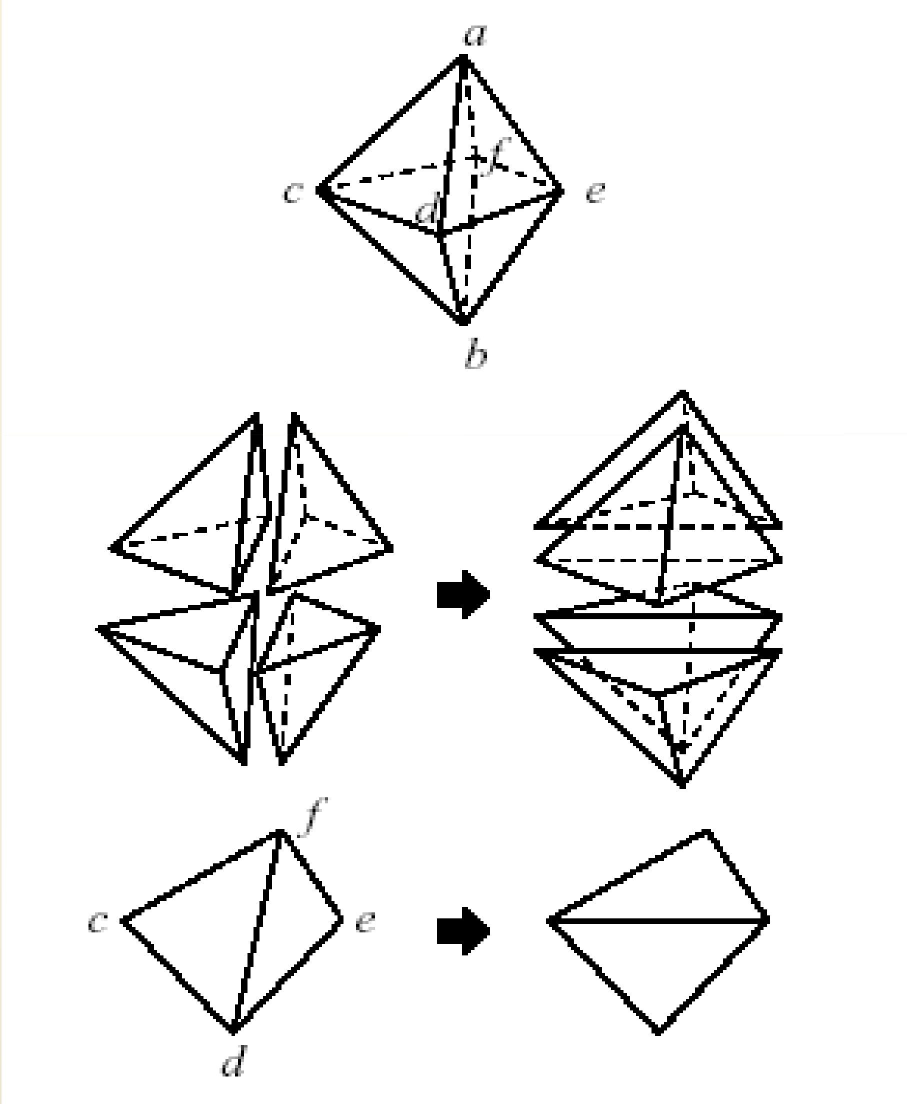
Flips 3D

- Flips 2x3 e 3x2.
  - Os dois tetraedros da esquerda podem ser transformados nos três tetraedros da direita e vice-versa.
- Convexidade deve ser testada.
  - Segmento *ab* deve passar pelo interior do triângulo *cde*.



Flips 3D

- Flip 4x4.
  - Vértices *c, d, e,* e *f* são co-planares.
- A transformação é análoga ao flip de aresta 2D mostrado no final.



- Para algumas aplicações, elementos quadrilaterais (2d) e hexahedrais (3d) são preferíveis em relação aos triangulares e tetrahedrais.

- Possuem estrutura topológica considerável, reduzindo bruscamente o espaço de possíveis malhas , sendo utilizados para facilitar o processo de geração de malhas. Porém ainda não são usadas largamente pois são consideradas “imaturas” se comparadas as malhas triangulares e tetrahedrais.

Referências Bibliográficas

- **Hypergraph-partitioning based decomposition for parallel sparse-matrix vector multiplication**. V. Catalyurek, Cevdet Aykanat. 1999. Diponivel em *http://www.doc.ic.ac.uk/~wjk/hypergraph-2up.pdf*

- A Fast and High Quality Multilevel Scheme for Partitioning Irregular Graphs. KARYPIS GEORGE, *VIPIN KUMAR. 1995. Disponível em* http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.40.9288

- The Enabling Power of Discrete Algorithms in Computational Science. Bruce Hendrickson, Alex Pothen2.