



Computação Gráfica

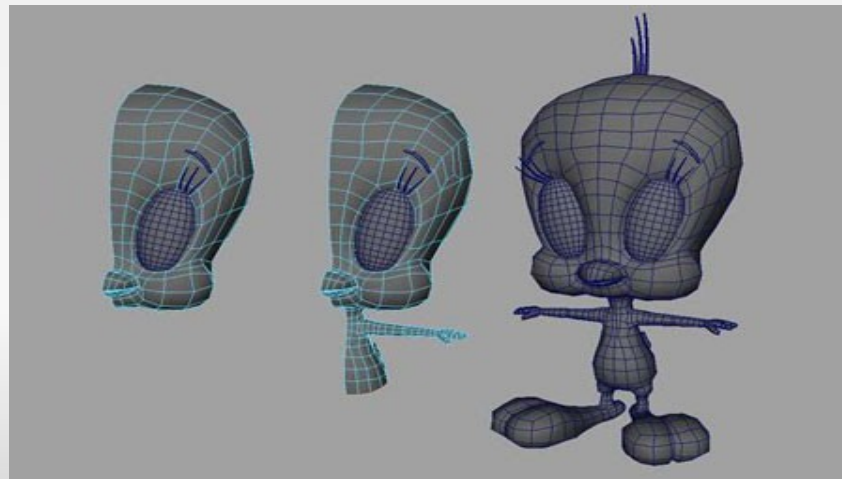
Representação e Modelagem

Professora: Sheila Cáceres

Baseado nos slides da Prof. Soraia Musse

Modelagem

- Área da Computação Gráfica que estuda a criação de modelos dos objetos reais.
- Trata das técnicas interativas ou não (e também das interfaces) que podem ser usadas para criar um objeto.
- Como descrever/representar FORMA dos objetos (largura, altura, áreas,...)??
- Coleção de Métodos Matemáticos



Formas de representação (ou armazenamento)

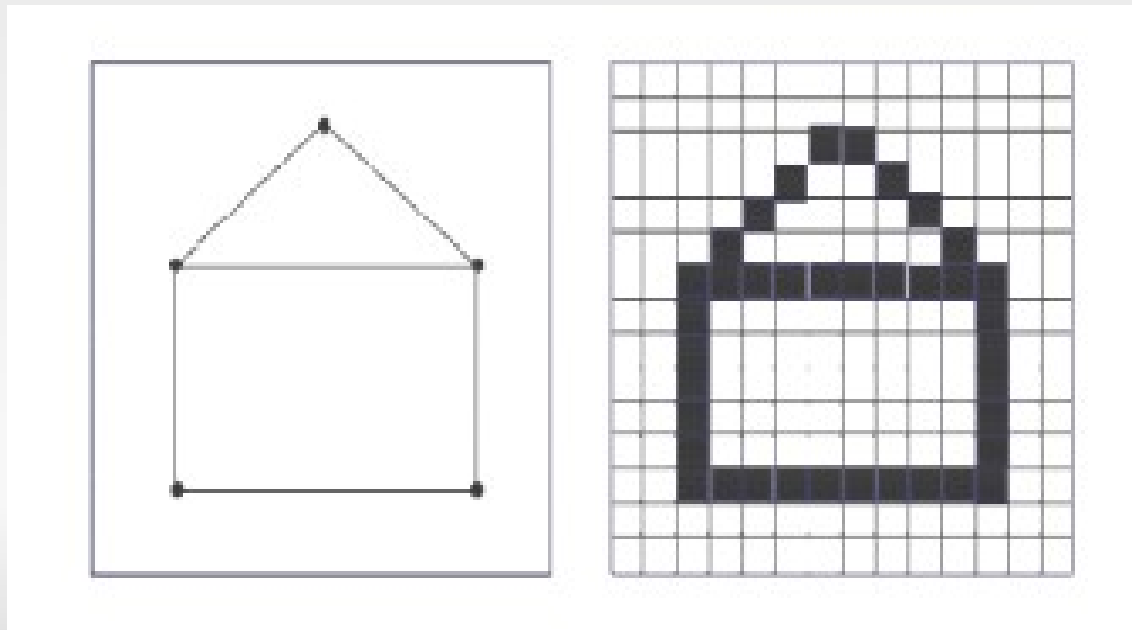
- Trata das estruturas de dados utilizadas
- Em geral a forma de representação determina:
 - A estrutura de dados, a forma dos algoritmos de processamento, e o projeto de programas de baixo nível
 - O custo do processamento de um objeto
 - A aparência final de um objeto
 - A facilidade de alterar a forma de um objeto
- Em algumas técnicas a estrutura de dados para armazenar objetos é determinada pela técnica de modelagem.
- Existem várias formas de representação e modelagem de objetos 3D.
- Cada uma possui vantagens e desvantagens. Adaptam-se melhor para uma aplicação específica
- Dependem da natureza dos objetos e das operações/consultas que serão realizadas

Formas de Representação

- Representação vetorial e matricial
- Superfícies
- Sólidos
- Representação Aramada (lista de vértices e arestas)
- Superfícies Limitantes (lista de vértices e faces)
- Enumeração Espacial (quadrees e octrees)

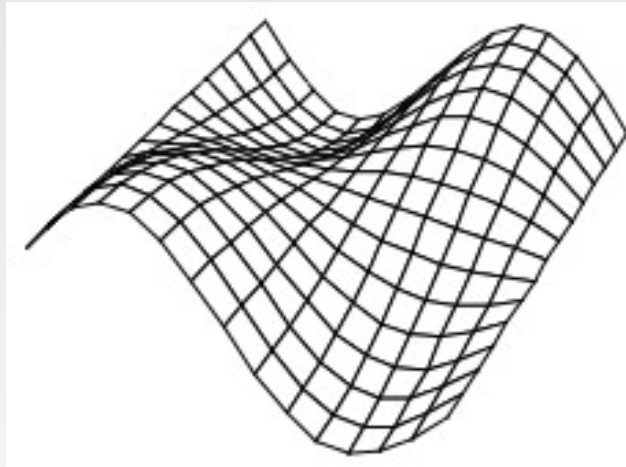
Vetorial x Matricial

- Vetorial
 - a) Coordenadas e primitivas gráficas
 - b) Pontos por extenso
- Matricial
 - Matriz de pontos



Superfícies

- apenas área
- Cascas infinitesimalmente finas, ocas
- abertas ou fechadas



Solidos

- O interior também interessa.



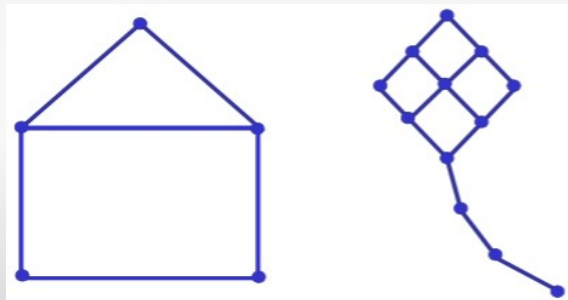
Computer History Museum in Mountain View, California where it is catalogued as "Teapot used for Computer Graphics rendering"



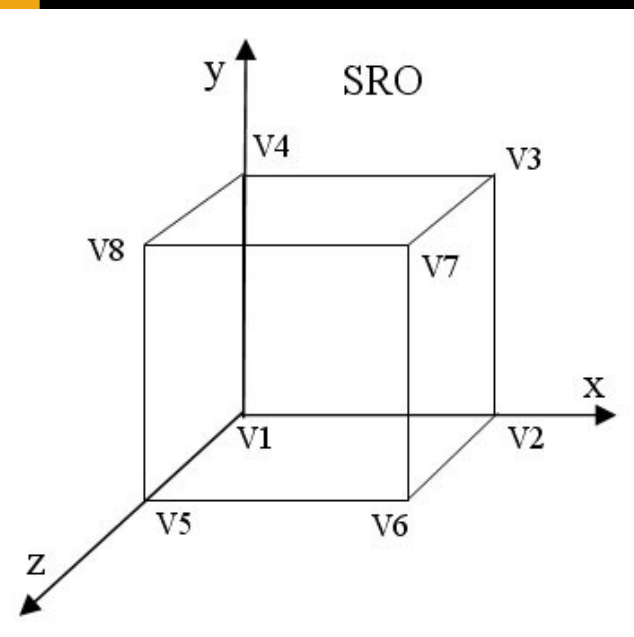
Teapot (Martin Newell 1975)

Representação Aramada

- Wireframe = aramado
- Representação de um objeto somente através de suas arestas e vértices
- A visualização de objetos aramados é usada quando não é necessário um grande grau de realismo
 - Durante criação e manipulação do modelo/cena
 - Facilita a alteração (rápido de visualizar)
- Utilizam-se vetores, listas e tabelas
- Estruturas de dados mais utilizadas na Computação Gráfica **2D** para armazenamento de modelos.



Vértices e Arestas



- Cubo de lado 1 com um dos vértices apoiado na origem do plano cartesiano.
- Representado pela lista de **vértices**:

Vértices	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Coordenadas	(0,0,0)	(1,0,0)	(1,1,0)	(0,1,0)	(0,0,1)	(1,0,1)	(1,1,1)	(0,1,1)

Podemos utilizar vetores e matrizes para armazenar os vértices

$$VERTICES_{CUBO} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Arestas Serão dadas pelo par (VÉRTICE INICIAL, VÉRTICE FINAL):

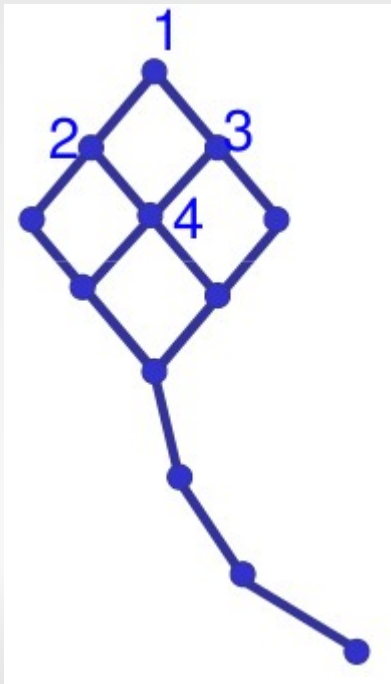
Arestas	V1-V2	V2-V3	V3-V4	V4-V1	V1-V5	V2-V6	V3-V7	V4-V8	V5-V6	V6-V7	V7-V8	V8-V5

Podemos utilizar vetores e matrizes para armazenar as arestas

$$ARESTAS_{CUBO} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 2 & 3 & 4 & 1 & 5 & 6 & 7 & 8 & 6 & 7 & 8 & 5 \end{pmatrix}$$

Representação Aramada

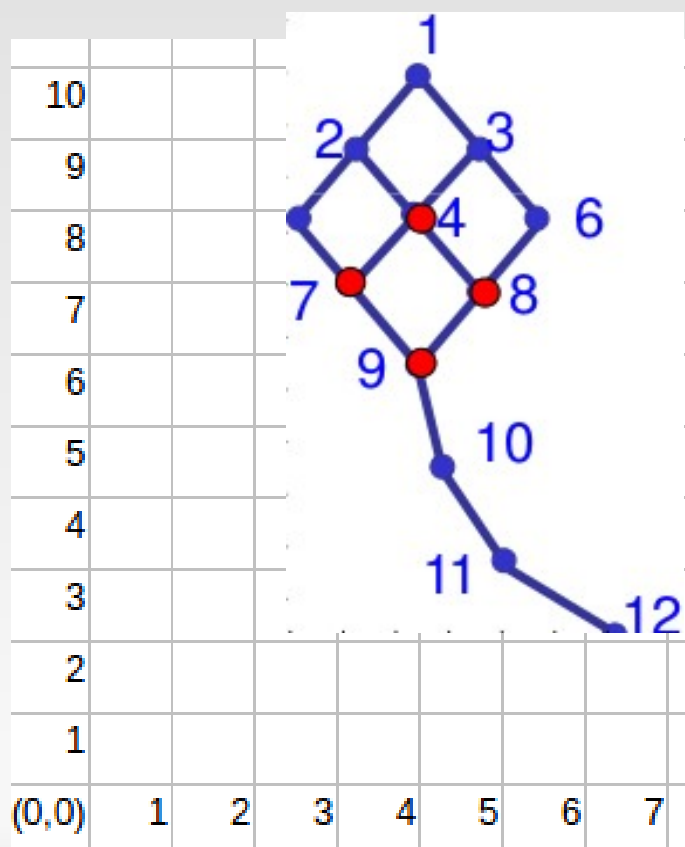
- Podem se usar duas listas para representar os modelos.
 - Lista de vértices
 - Lista de Arestas
- Exemplo:



Vertices (geometria)		Arestas (topologia)
v1	x1,y1	v1,v2
v2	x2,y2	v1,v3
v3	x3,y3	v3,v4
v4	x4,y4	v2,v4

Exercício

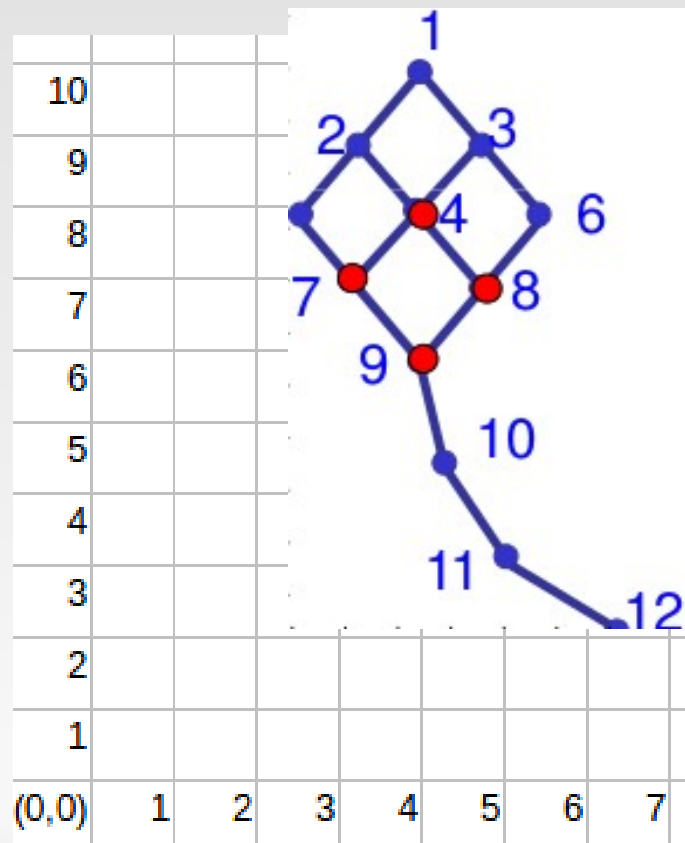
- Crie uma estrutura de dados dos pontos vermelhos do objeto abaixo



Vertices?? Arestas??

Exercício

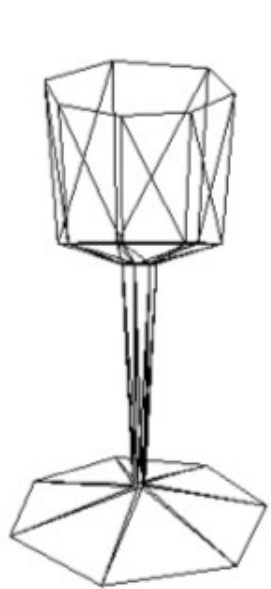
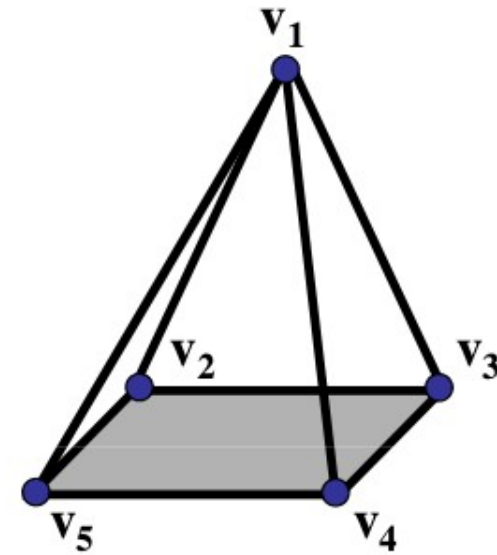
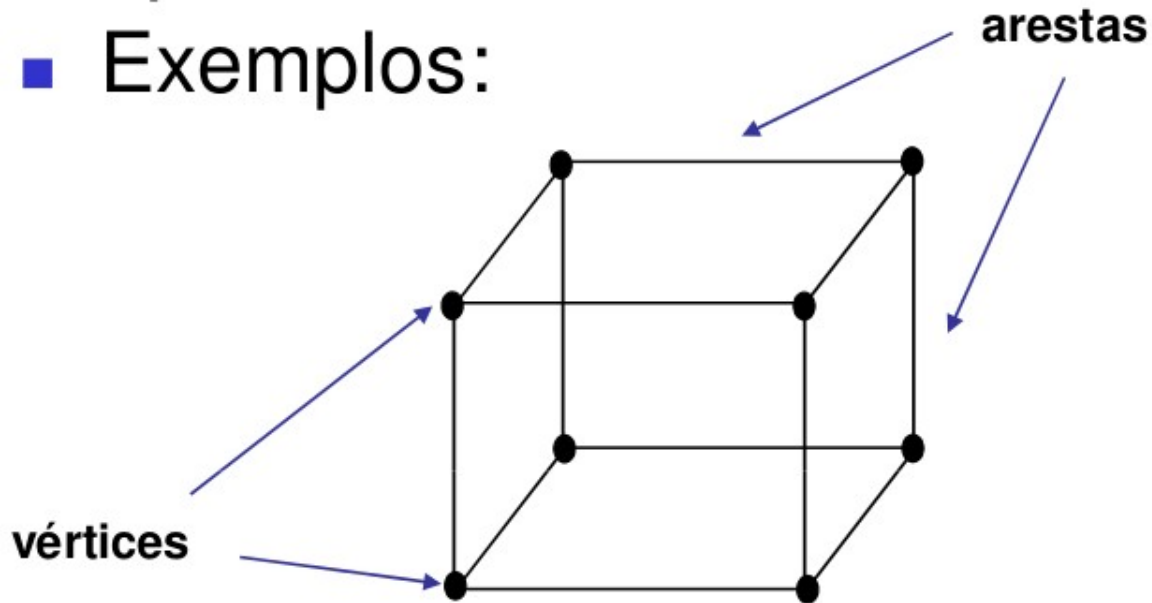
- Crie uma estrutura de dados dos pontos vermelhos do objeto abaixo



	Vertices (geometria)	Arestas (topologia)
v4	4,8	v7,v4
v7	3,7	v4,v8
v8	5,7	v8,v9
v9	4,6	v9,v7

Representação Aramada (mais exemplos)

■ Exemplos:



Topologia (arestas)

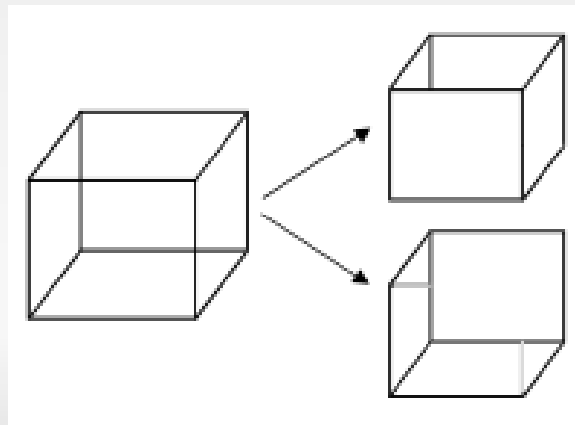
1	v_1	v_2
2	v_1	v_3
3	v_1	v_4
4	v_1	v_5
5	v_2	v_3
6	v_3	v_4
7	v_4	v_5
8	v_5	v_2

Geometria (vértices)

1 (v_1)	x_1	y_1	z_1
2 (v_2)	x_2	y_2	z_2
3 (v_3)	x_3	y_3	z_3
4 (v_4)	x_4	y_4	z_4
5 (v_5)	x_5	y_5	z_5

Representação Aramada

- Vantagem
 - Rapidez
- Desvantagens
 - Difícil de entender/visualizar
 - Difícil (ou até impossível) realizar certas operações, tais como a determinação de massa, volume, inclusão ou edição de pontos
 - Impreciso para 3D (representação ambígua)

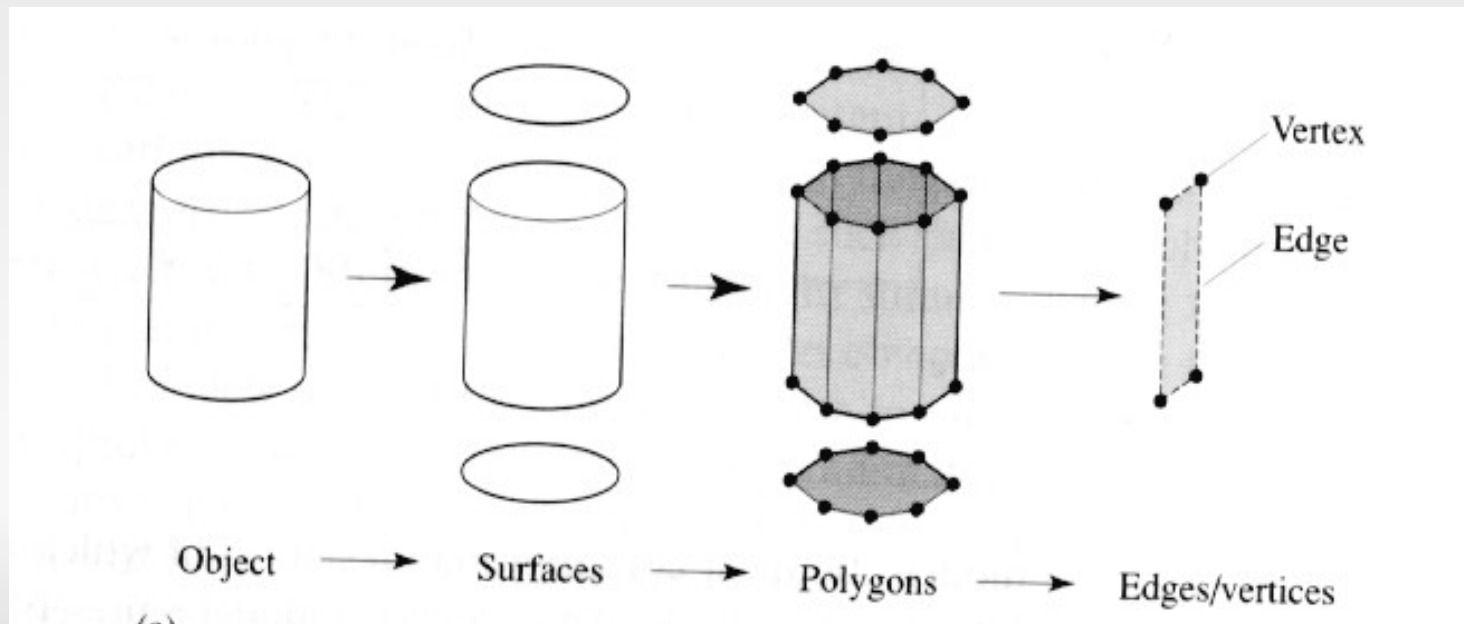


Superfícies Limitantes (Boundary Representation)

- Informalmente chamada de malha de polígonos.
- Forma de representação clássica na Computação Gráfica **3D**
- Um objeto representado por um conjunto de polígonos (ou faces) que delimitam uma região fechada do espaço (limite ou superfície do objeto)
 - Representa uma superfície discretizada por faces planas
 - Podem ser triângulos (preferencialmente) ou quadrados
 - O objeto formado por esta técnica é normalmente chamado de POLIEDRO.

Superfícies Limitantes (Boundary Representation)

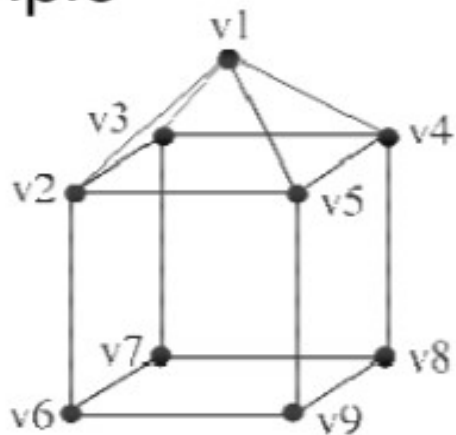
- A superfície limitante de um sólido separa os pontos de dentro do sólido dos pontos de fora.
- Características visuais do sólido tais como reflexão, transparência, textura e cor são características dessa superfície



Superfícies Limitantes (Boundary Representation)

- Estrutura de dados mais utilizada:
 - Tabela ou lista de vértices e faces
- Problemas
 - Aproximação de superfícies curvas
 - Grande espaço para armazenamento

- **Exemplo**



Vértices (geometria)

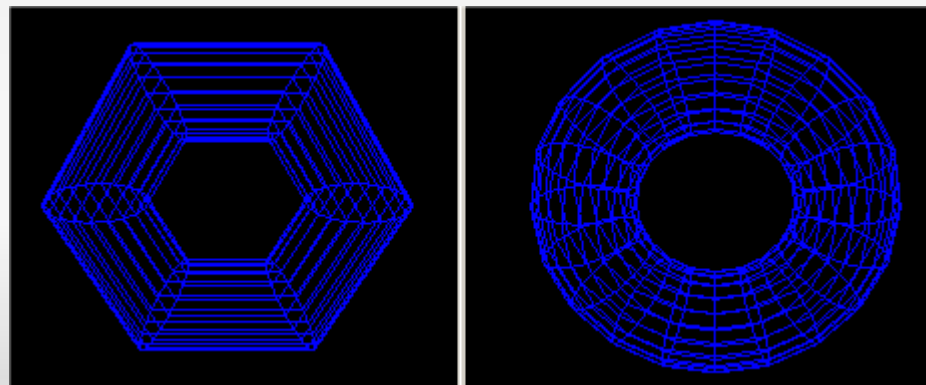
1	x1	y1	z1
2	x2	y2	z2
3	x3	y3	z3
4	x4	y4	z4
5	x5	y5	z5
6	x6	y6	z6
7	x7	y7	z7
8	x8	y8	z8
9	x9	y9	z9

Faces (topologia)

1	v1	v4	v5	
2	v1	v5	v2	
3	v1	v2	v3	
4	v1	v3	v4	
5	v4	v3	v7	v8
6	v5	v4	v8	v9
7	v2	v5	v9	v6
8	v3	v2	v6	v7
9	v6	v9	v8	v7

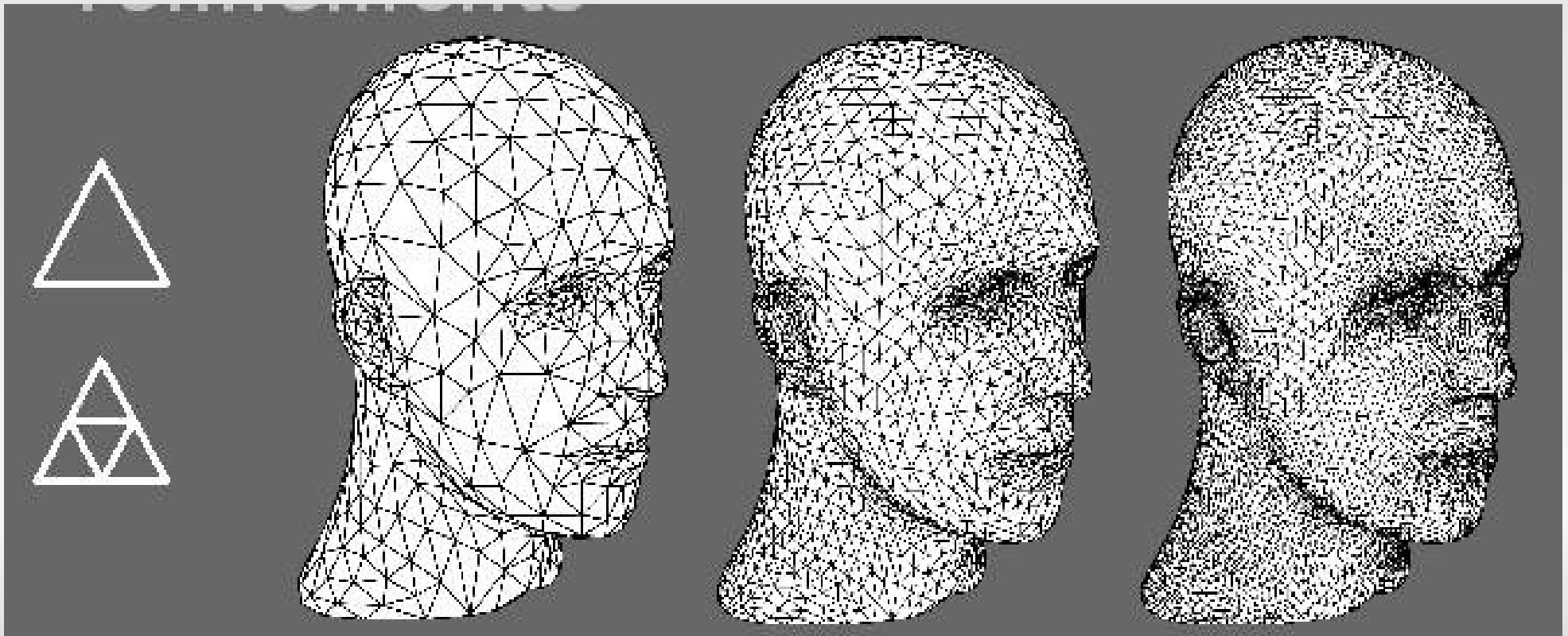
Superfícies Limitantes (Boundary Representation)

- Nos últimos anos tem se trabalhado com diferentes níveis de detalhes
- Conforme a distância da câmera a um modelo aumenta, o espaço que ele ocupa na janela diminui, por isso, o detalhe com que é visualizado também diminui
- Pode-se definir diversas representações para um objeto que são “ativadas” de acordo com a distância da câmera (ou observador)



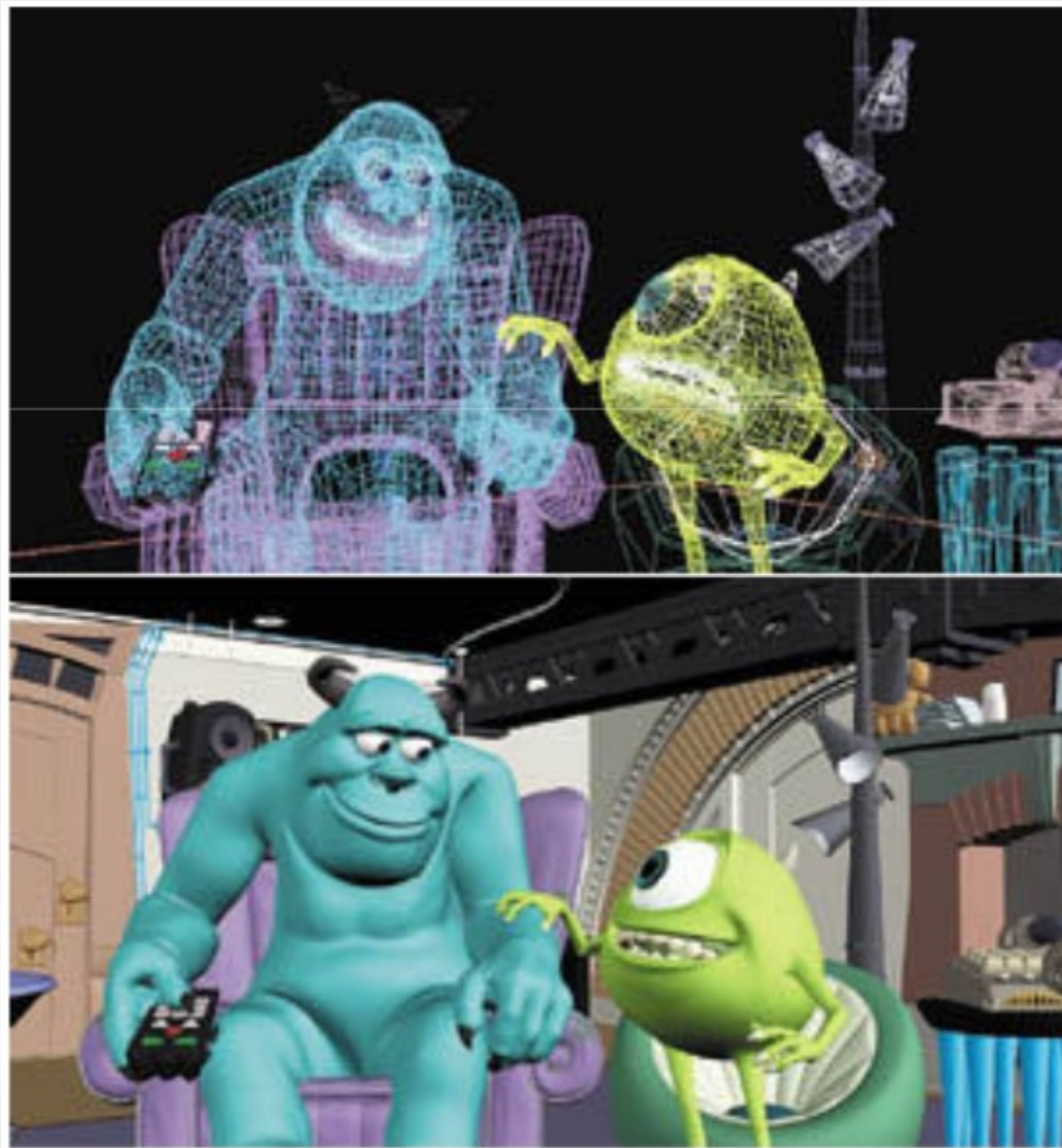
Suavização de superfícies

- Diferentes níveis de detalhe, podem aumentar ou diminuir o número de subdivisões da superfície
- Uma superfície suavizada é obtida por uma sequencia de refinamentos (subdivisões) sucessivos.



Suavização de superfícies

- Grande aplicação.



Assistir

- Podem assistir

SIGGRAPH 2013:

<https://www.youtube.com/watch?v=JAFhkdGtHck>

Unified Particle Simulations:

https://www.youtube.com/watch?v=_jOWPWbvH5k

Filmes:

<http://www.youtube.com/watch?v=rXOa5bWFRKw>

<https://www.youtube.com/watch?v=qAGbcxiHZ9E>

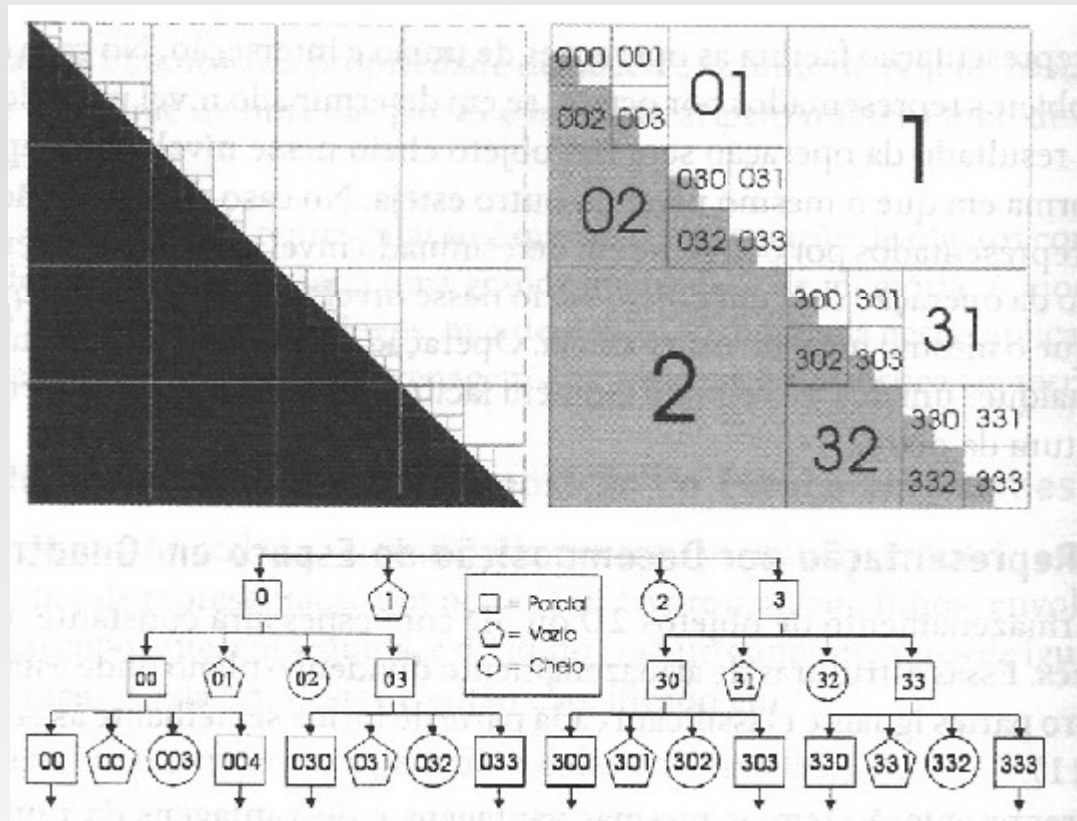
Enumeração Espacial (QUADTREES)

- Quadrees são usadas para o armazenamento de objetos 2D.
- Codifica-se o objeto por uma lista de células ocupadas armazenadas em forma de árvore

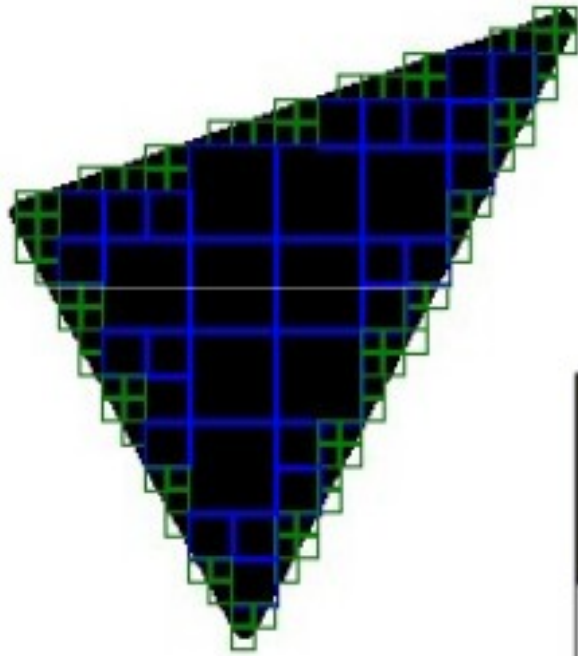
Algoritmo

- Divide-se o plano onde está o objeto em 4 partes iguais e classifica-se cada parte em:
 - Totalmente ocupada
 - Vazia
 - Parcialmente ocupada
- Quando uma célula for classificada como "parcialmente ocupada", ela é novamente dividida em 4 partes iguais e o processo de classificação é feito para as novas partes
- O algoritmo repete-se até que só hajam cubos das duas primeiras classes (totalmente ocupada, vazia).

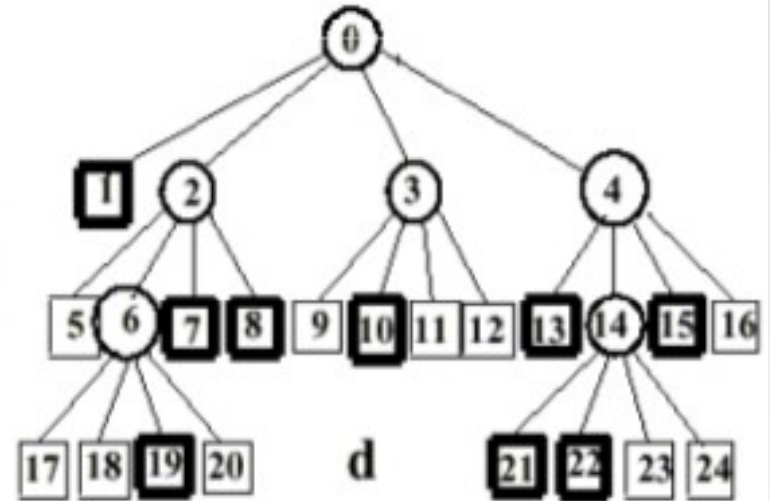
Enumeração Espacial (QUADTREES)



Enumeração Espacial (QUADTREES)



1	5	17	18
		19	20
	7	8	
9	10	13	21 22
			23 24
11	12	15	16



- Full
- Empty
- Partial



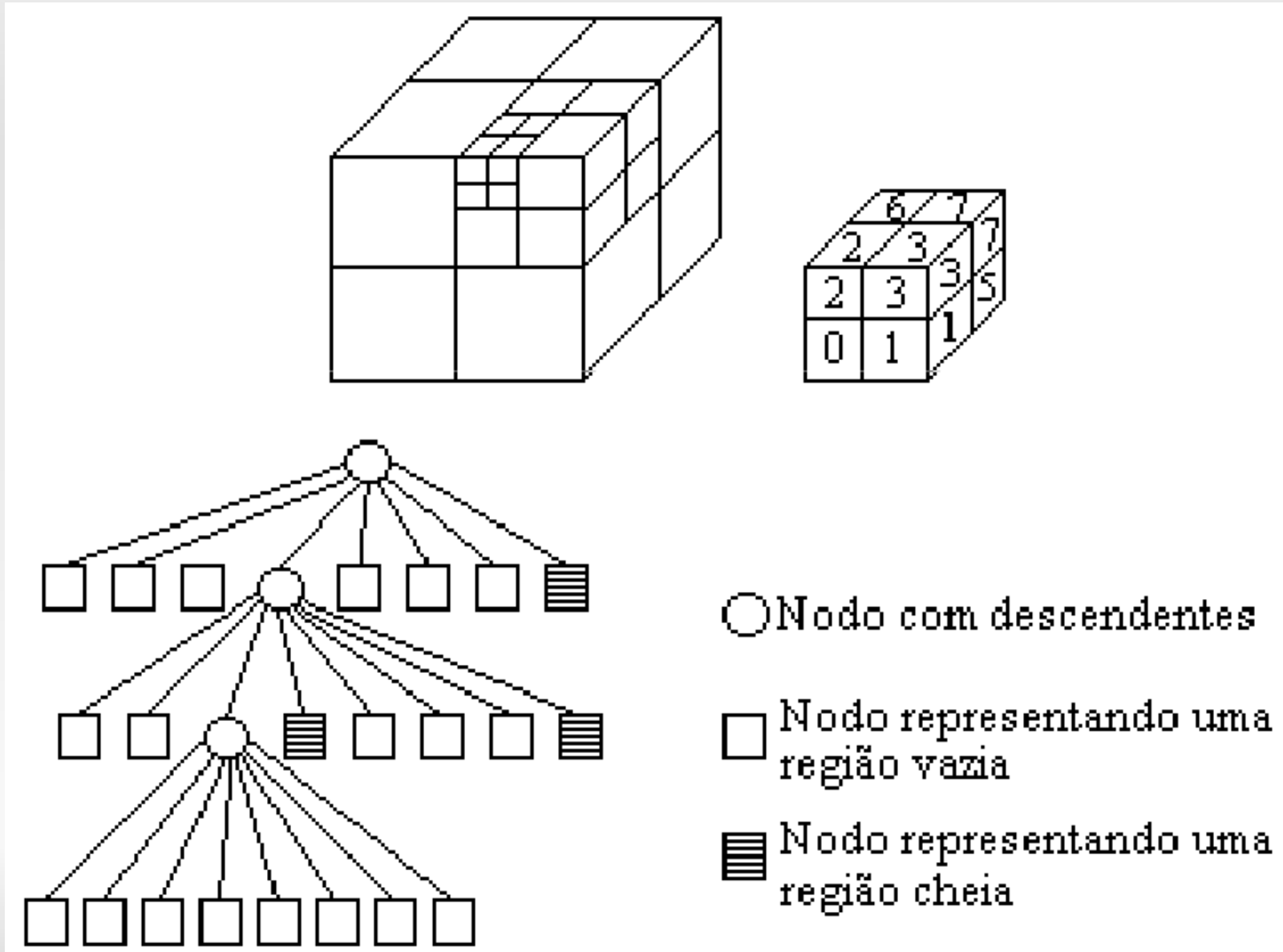
Enumeração Espacial (OCTREES)

- “Árvore com 8 filhos” (caso particular da Enumeração Espacial) para **3D**

Algoritmo:

- Envolve o objeto que em seguida é dividido em 8 cubos menores de igual tamanho, onde cada um é classificado em:
 - Cheio, caso o objeto ocupe todo o cubo
 - Vazio, caso o objeto não ocupe nenhuma parte do cubo
 - Cheio-Vazio, caso o objeto ocupe parte do cubo
- Quando houver a classificação em "Cheio-Vazio" ele é novamente dividido em 8 partes iguais e o processo de classificação é feito para as novas partes
- O algoritmo repete-se até que só hajam cubos das duas primeiras classes

Enumeração Espacial (OCTREES)



Enumeração Espacial (OCTREES)

- “Árvore com 8 filhos” (caso particular da Enumeração Espacial) para **3D**

Algoritmo:

- Envolve o objeto que em seguida é dividido em 8 cubos menores de igual tamanho, onde cada um é classificado em:
 - Cheio, caso o objeto ocupe todo o cubo
 - Vazio, caso o objeto não ocupe nenhuma parte do cubo
 - Cheio-Vazio, caso o objeto ocupe parte do cubo
- Quando houver a classificação em "Cheio-Vazio" ele é novamente dividido em 8 partes iguais e o processo de classificação é feito para as novas partes
- O algoritmo repete-se até que só hajam cubos das duas primeiras classes

Enumeração Espacial (Quadtrees e Octrees)

- Vantagens
 - É fácil determinar se um dado ponto pertence ou não ao sólido
 - Facilita a realização de operações de união, intersecção e diferença entre sólidos
- Desvantagem
 - Uma representação detalhada necessita de muita memória

Bibliografia

- Slides da Prof. Soraia Musse
- Livro: Hearn Baker. Computer Graphics with OpenGL
-