



Representação de Objetos e Cenas

Soraia Musse

Roteiro

1. Formas de Representação

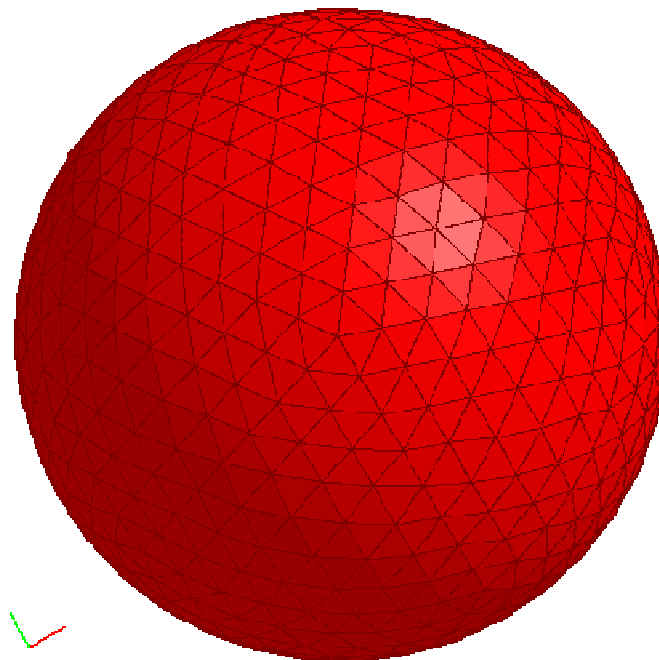
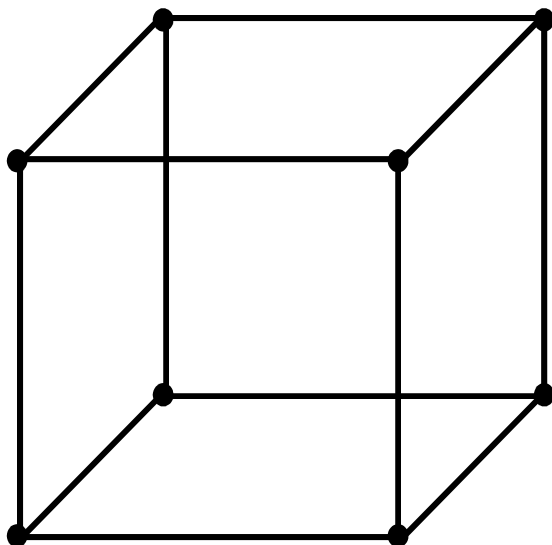
- 1.1. Vetorial x Matricial
- 1.2. Enumeração Espacial
- 1.3. Representação Aramada
- 1.4. Superfícies Limitantes
- 1.5. Representação Paramétrica
- 1.6. Grafo de Cena

2. Técnicas de Modelagem 3D

- 2.1. Varredura
- 2.2. CSG
- 2.3. Instanciamento de Primitivas
- 2.4. Fractais
- 2.5. Sistemas de Partículas

OBS.: Estes slides foram elaborados a partir do material dos profs. Márcio Pinho, Marcelo Cohen, Carla Freitas, Silvia Olabarriaga e Luciana Nedel além de Isabel Manssour

Formas de Representação



Mas, representar o que?

E porque?



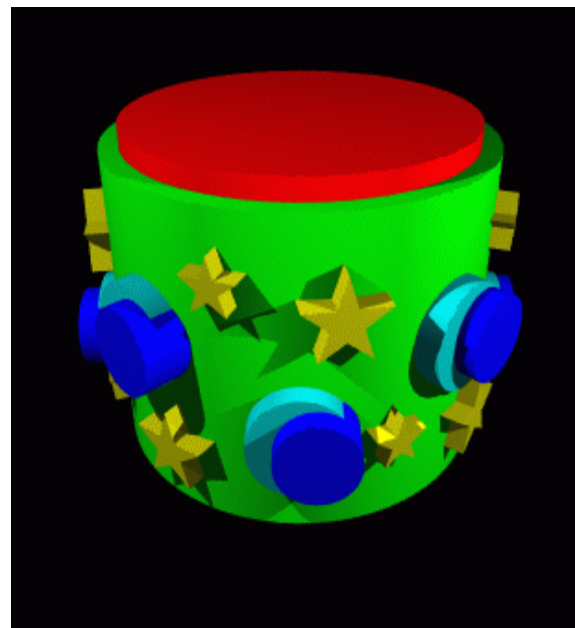
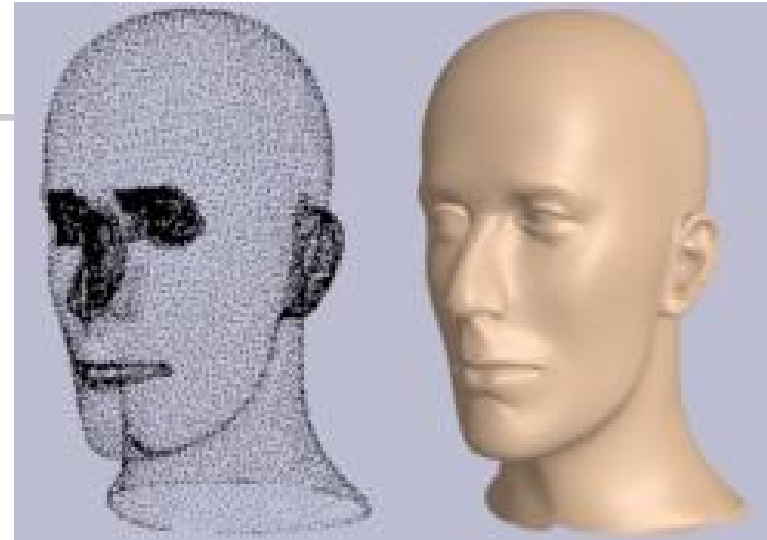
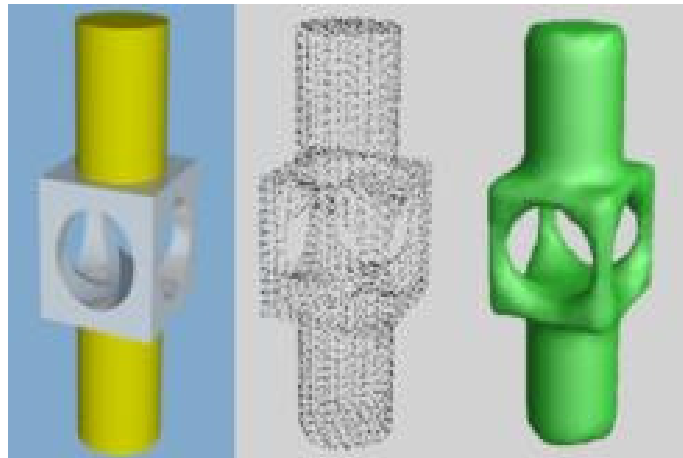
Modelagem Geométrica

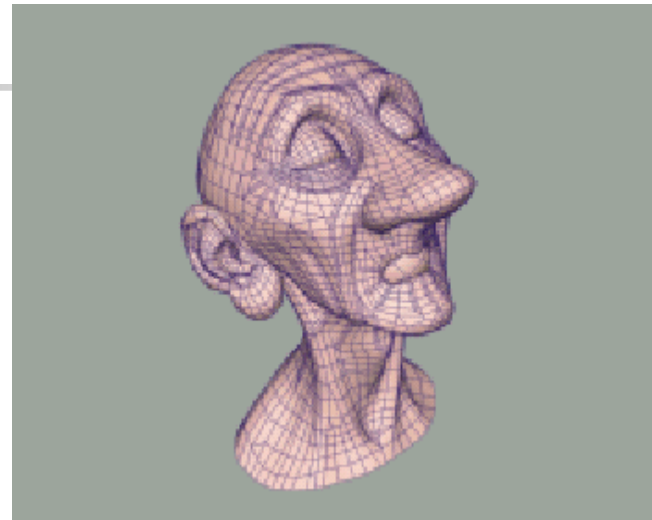
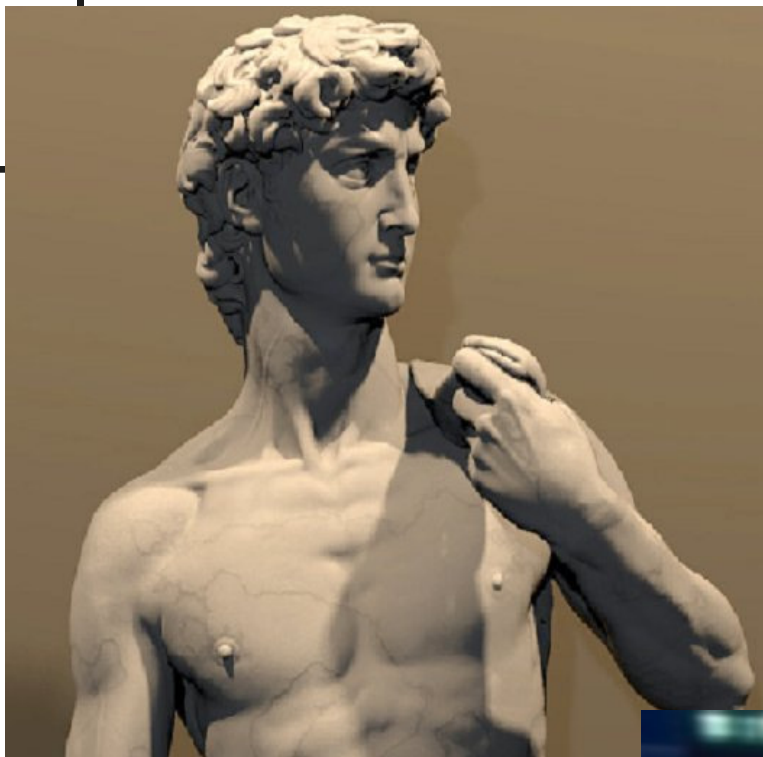
- Área da Computação Gráfica que estuda a criação de *modelos* dos objetos reais
- Como descrever/representar FORMA dos objetos (largura, altura, áreas,...)
- Coleção de Métodos Matemáticos

Objetivos

- Criar modelos de objetos, existentes ou ainda não existentes

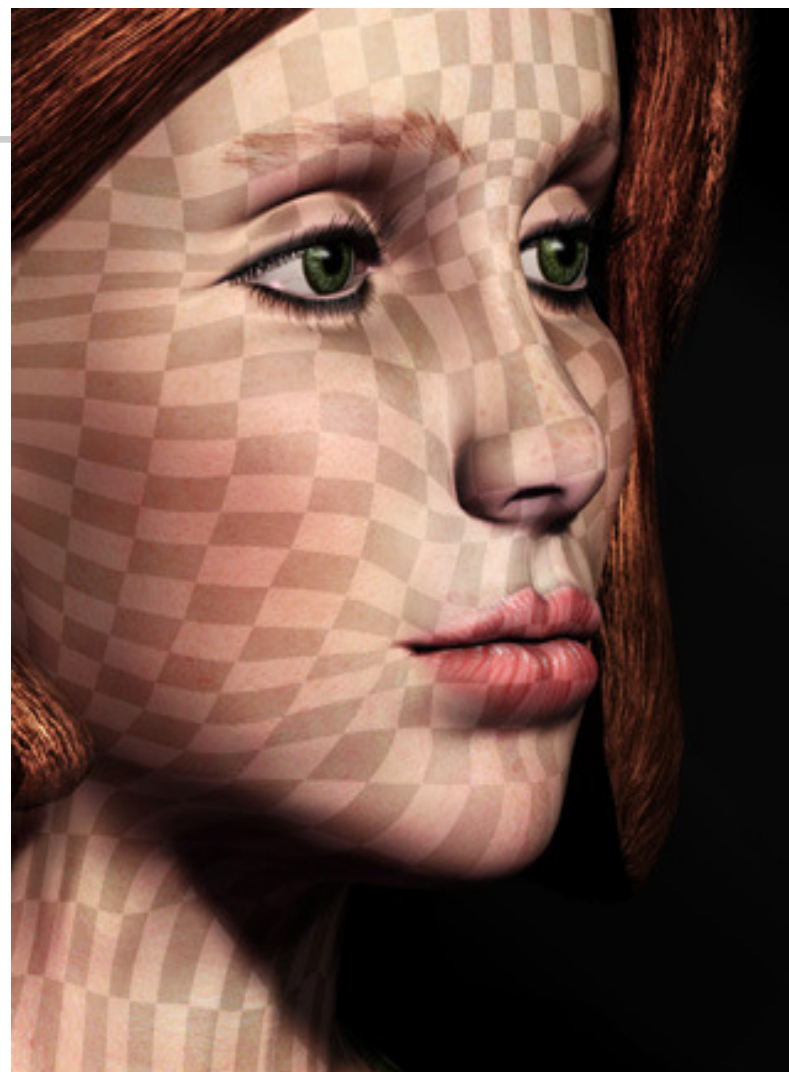
Galeria

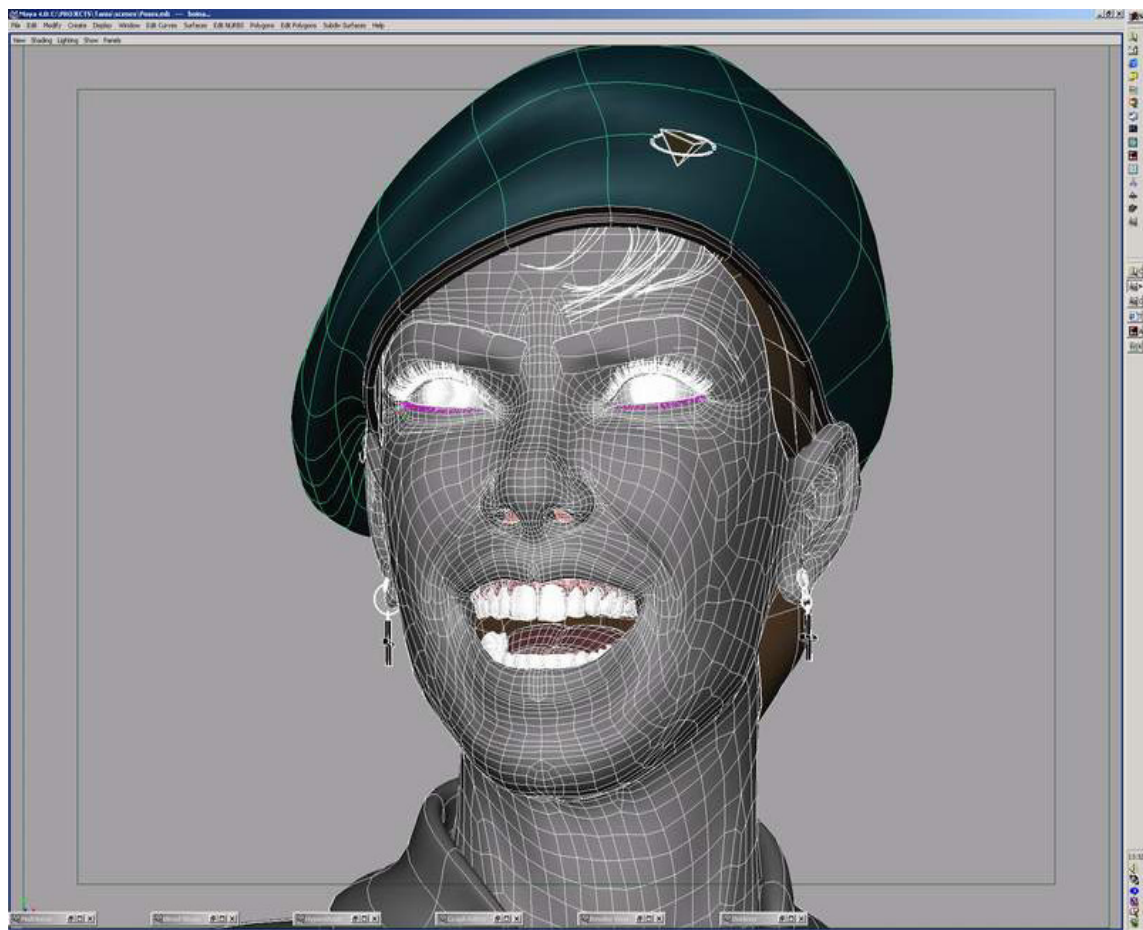






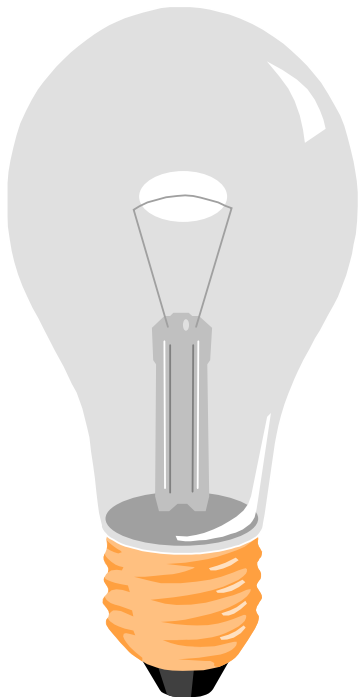
Designed by Martin Vaněk





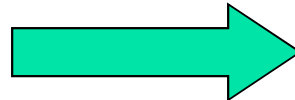
Exemplo de projeto

Representação da Lâmpada

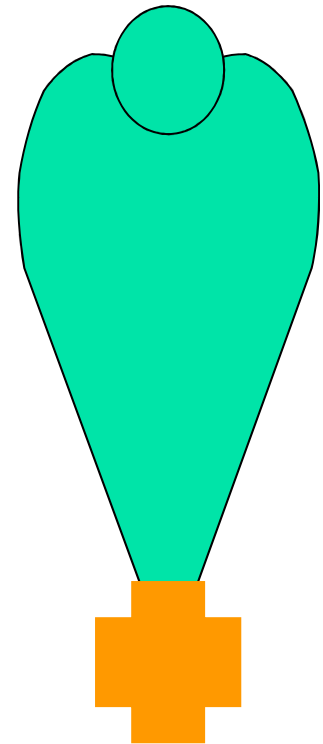


**Idéia de
Lâmpada**

**Como converter a idéia
para o computador?**

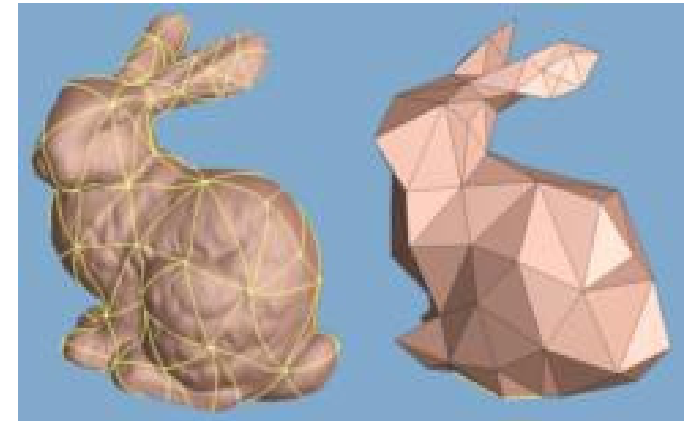


**Fácil de modificar
Fácil de especificar**



Áreas de Aplicação

- Precisão/Exatidão Matemática
 - CAD/CAM
 - Indústria em Geral
- Precisão Visual
 - Entretenimento em geral
 - Jogos
- Várias representações para o mesmo objeto (Level-of-Detail)



Formas de Representação

- Dois tópicos de estudo
 - Formas de armazenamento dos objetos 3D
 - Técnicas de modelagem dos objetos 3D
- **Formas de Representação** (ou armazenamento)
 - Trata das estruturas de dados utilizadas

X

- **Técnicas de Modelagem**
 - Trata das técnicas interativas ou não (e também das interfaces) que podem ser usadas para criar um objeto

Formas de Representação

- 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

- Em algumas técnicas a estrutura de dados para armazenar objetos é determinada pela técnica de modelagem
- 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

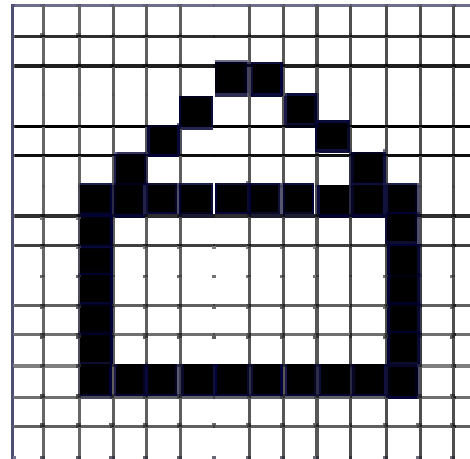
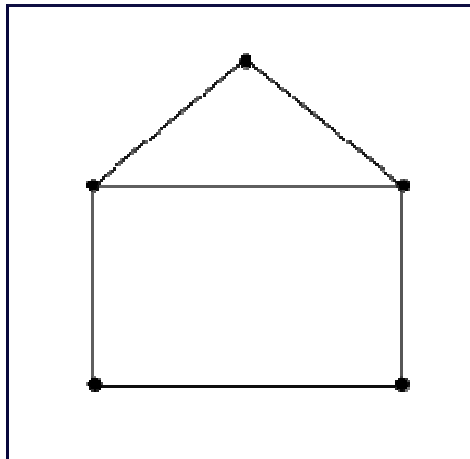
Formas de Representação

- Revisão:

- Vetorial x Matricial

matriz de pontos

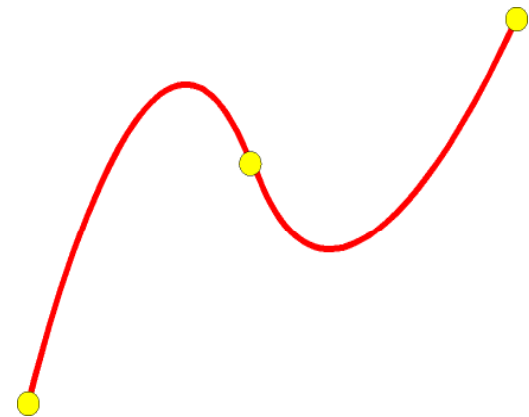
coordenadas e primitivas gráficas



Formas de Representação

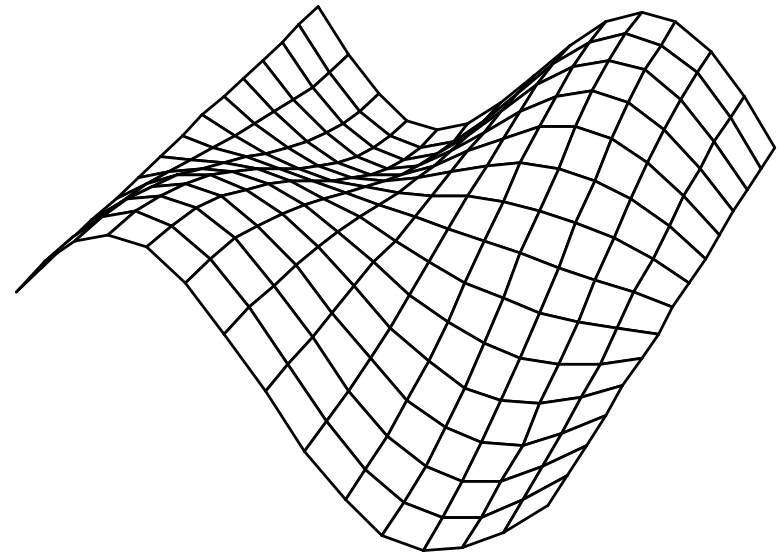
- Curvas

- apenas comprimento



Formas de Representação

- Superfícies
 - apenas área
 - cascas
infinitesimalmente finas,
ocas
 - abertas ou fechadas



Formas de Representação

- Sólidos
 - o interior também interessa



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



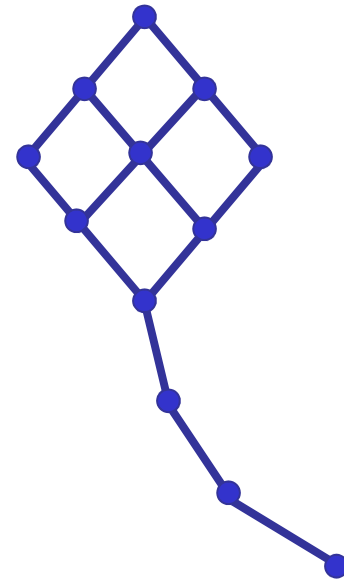
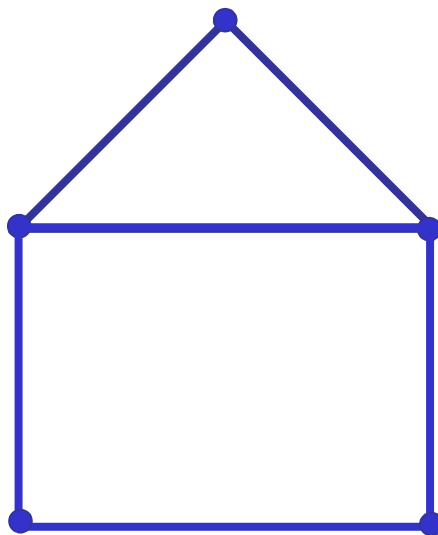
Teapot (Martin Newell 1975)

Formas de Representação

Representação Aramada

- Estruturas de dados mais utilizadas na Computação Gráfica 2D para armazenamento de modelos
 - Vetores, listas e tabelas

- Exemplos:



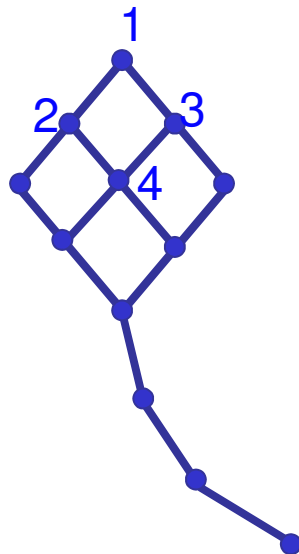
Formas de Representação

Representação Aramada

■ Duas listas

■ Vértices

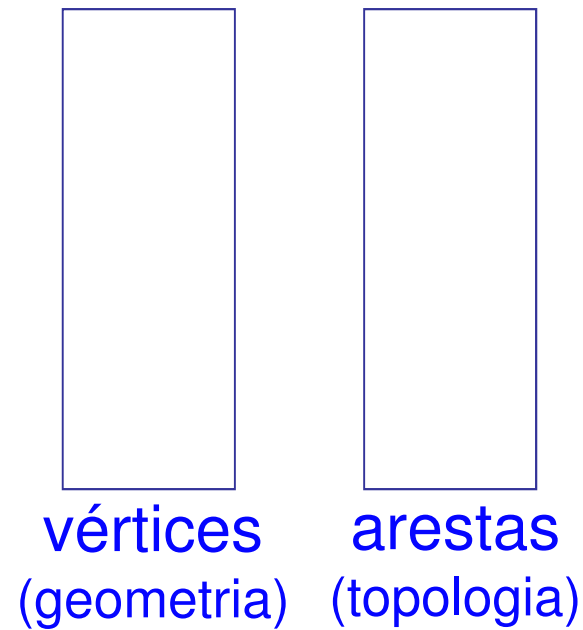
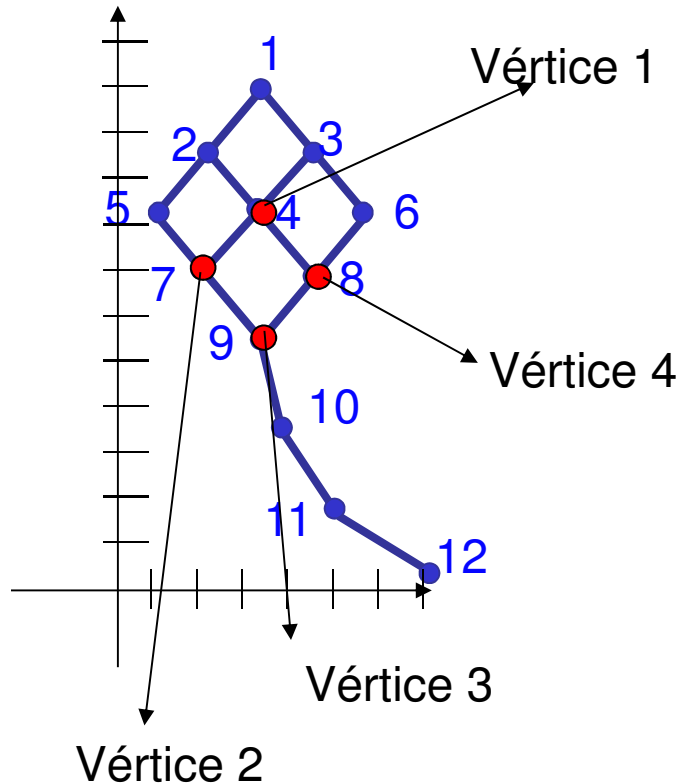
■ Arestas



1	x1,y1	1,2
2	x2,y2	1,3
3	x3,y3	3,4
4	x4,y4	2,4
	...	...
vértices (geometria)		arestas (topologia)

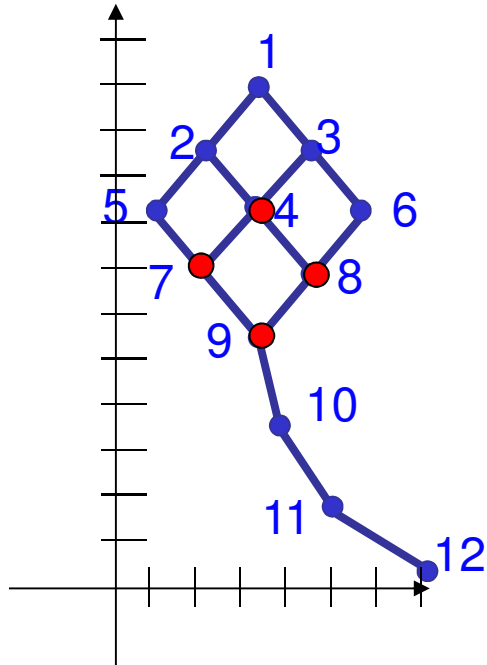
Exercício

- Crie a estrutura de dados dos pontos vermelhos do objeto abaixo:



Exercício

- Crie a estrutura de dados dos pontos vermelhos do objeto abaixo:



4
7
8
9

4,8
2,7
5,7
4,5

vértices
(geometria)

7,4
4,8
8,9
9,7

arestas
(topologia)

Formas de Representação

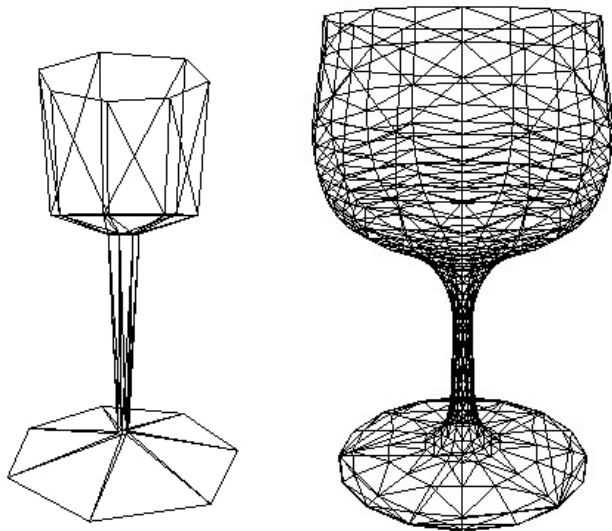
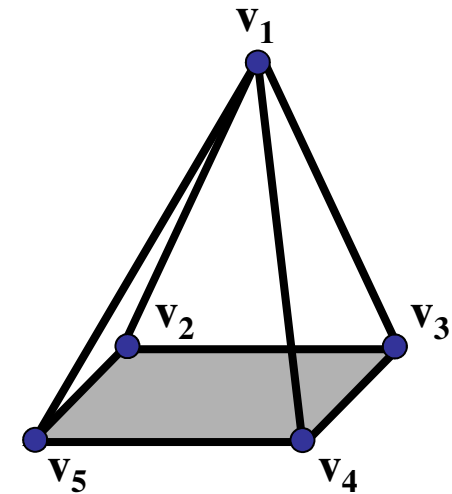
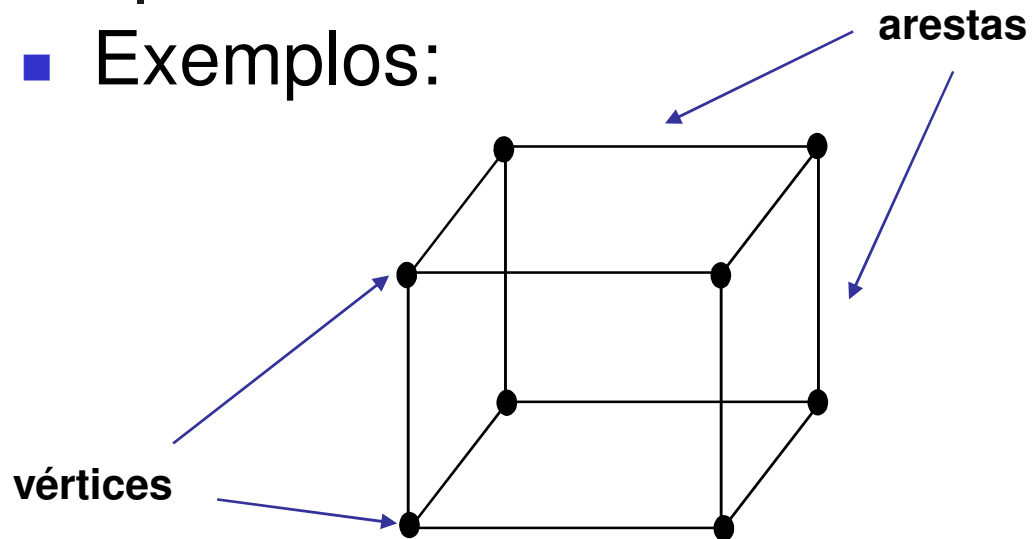
Representação Aramada

- Representação aramada
 - Representação de um objeto somente através de suas arestas
- 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)
- Conjunto de vértices e arestas (objetos “vazados”)
- *Wireframe* = aramado

Formas de Representação

Representação Aramada

■ Exemplos:



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

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

Formas de Representação

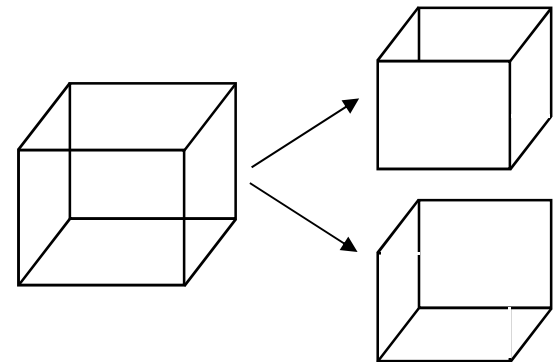
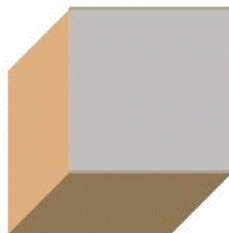
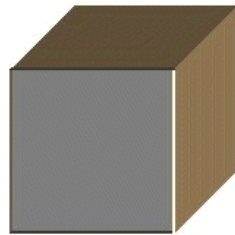
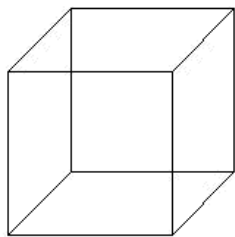
Representação Aramada

- 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 (representação ambígua)



Formas de Representação

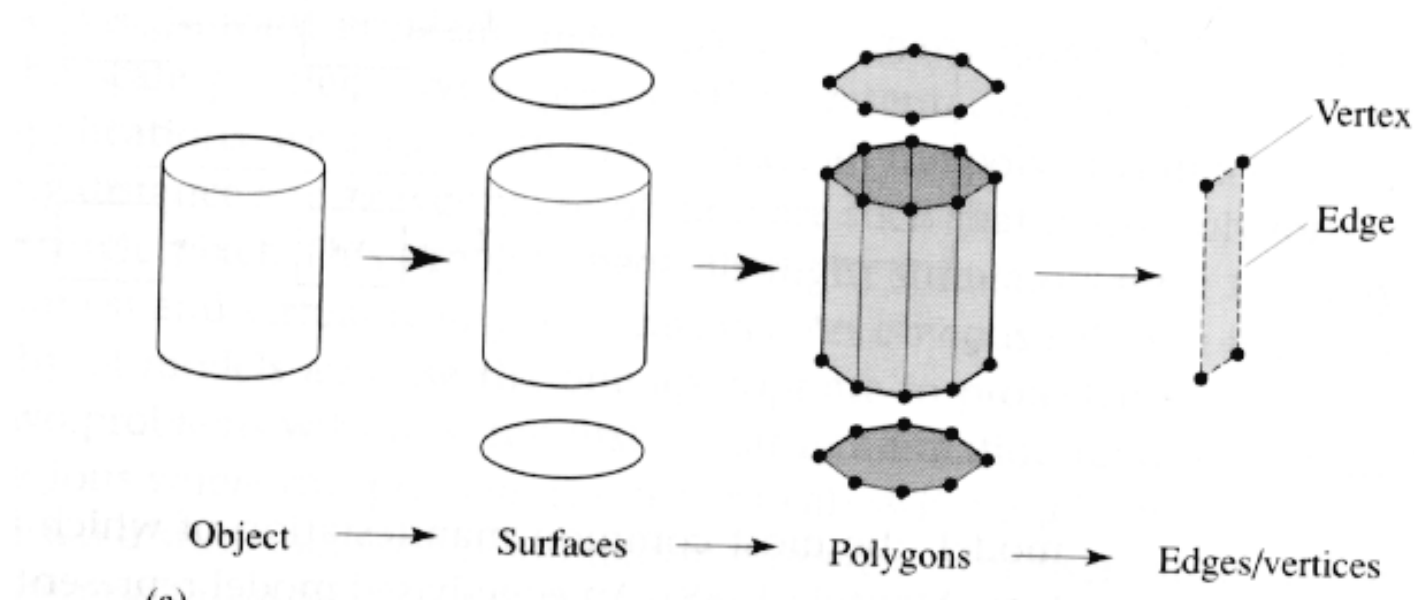
Superfícies Limitantes

- Superfícies Limitantes (ou *Boundary-Representation* ou B-Rep)
 - 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, ou seja, composto de muitos DIEDROS (diedro = semi-espaço)

Formas de Representação

Superfícies Limitantes

- A superfície limitante de um sólido separa os pontos de dentro do sólido dos pontos de fora
 - *Interface* entre o sólido e o ambiente a sua volta
 - Características visuais do sólido tais como reflexão, transparência, textura e cor são características dessa superfície



[Watt 2000]

Formas de Representação

Superfícies Limitantes

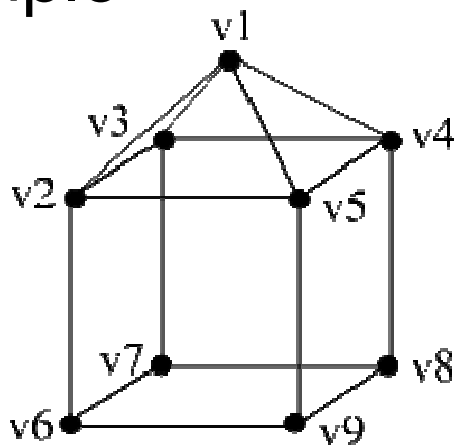
■ Estrutura de dados mais utilizada:

- Tabela de vértices e tabela de 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

Formas de Representação

Superfícies Limitantes

■ Exemplo: VRML

■ Tabela de vértices

■ Tabela de faces

```
coord Coordinate {  
  point [          # lista de Vértices  
    0 10 0, # vértice 0  
    -5 0 5, # vértice 1  
    5 0 5, # vértice 2  
    5 0 -5, # vértice 3  
    -5 0 -5, # vértice 4  
  ]  
}
```

```
coordIndex [          # lista de Faces  
  4, 3, 2, 1 -1, # Base (formada pelos vértices  
                  4, 3,2 e 1)  
  0, 1, 2, -1, # Frontal  
  0, 2, 3, -1, # Direita  
  0, 3, 4, -1, # Traseira  
  0, 4, 1, -1 # Esquerda  
]
```



VRML

- #VRML V2.0 utf8
- # -----
- # Desenho de um paralelepípedo Amarelo
- # -----

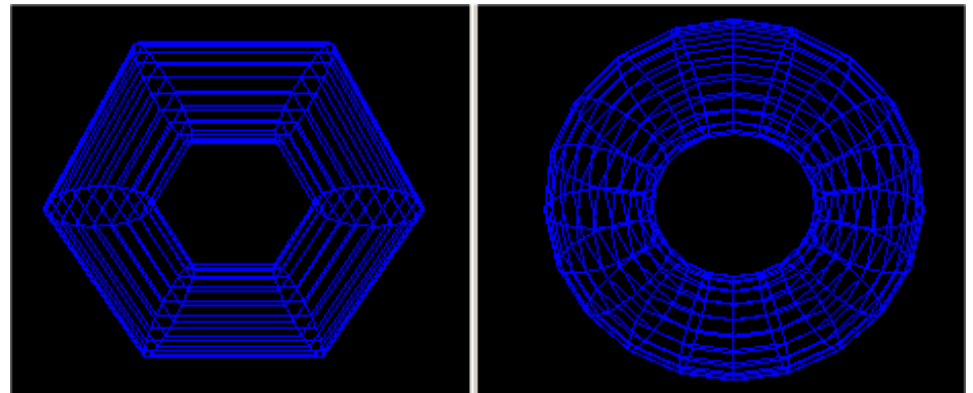
- Shape { # define um bloco de um objeto (Shape)
- appearance Appearance { # define a aparência do Shape
- material Material {
- diffuseColor 1.0 1.0 0.0 # r g b
- }
- }
- geometry Box { # define a geometria do Shape
- size 2.5 2.5 5.0 # larg, altura, prof
- }
- } # fim do shape



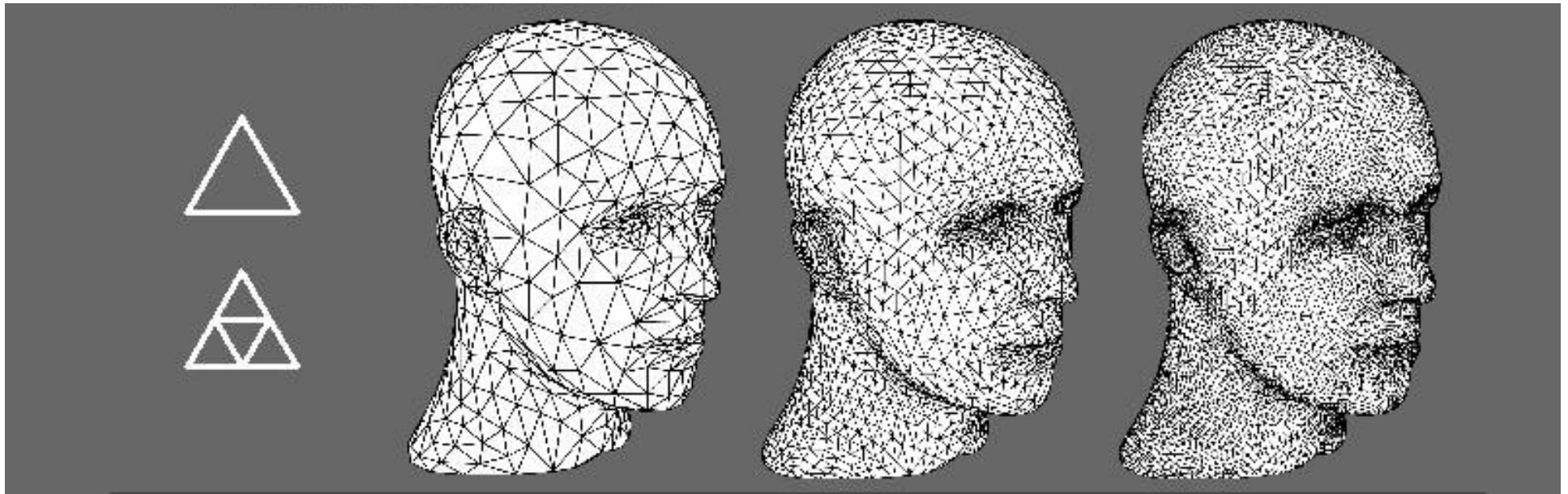
Formas de Representação

Superfícies Limitantes

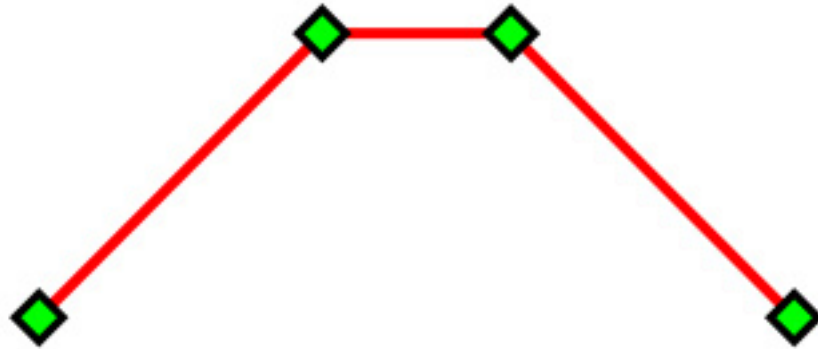
- Nos últimos anos tem se trabalhado com diferentes níveis de detalhes
 - LOD – *Level of Detail*
 - Conforme a distância da câmera a um modelo aumenta, o espaço que ele ocupa na janela diminui, por isso, o detalhe com que é visualizado também diminui
 - Pode-se definir diversas representações para um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



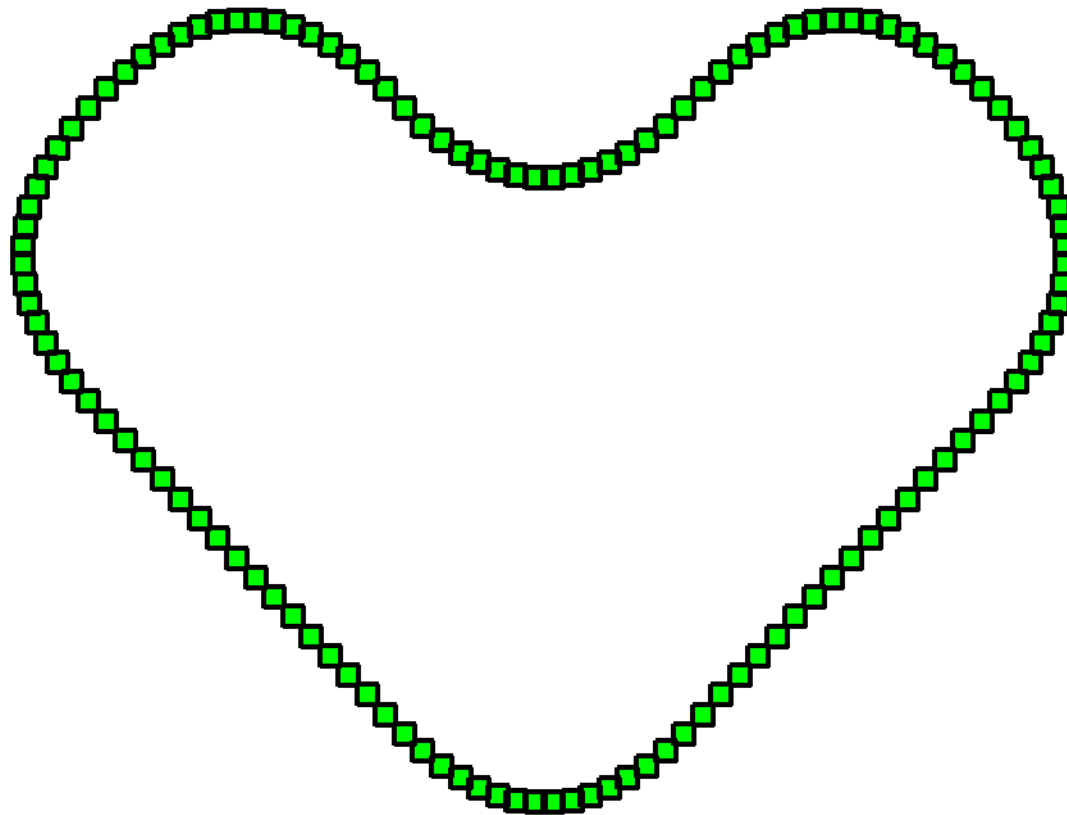
LOD – Superfícies de Subdivisão



Algoritmo de SS: Chaikin Corner Cutting



Efeito: Convergência

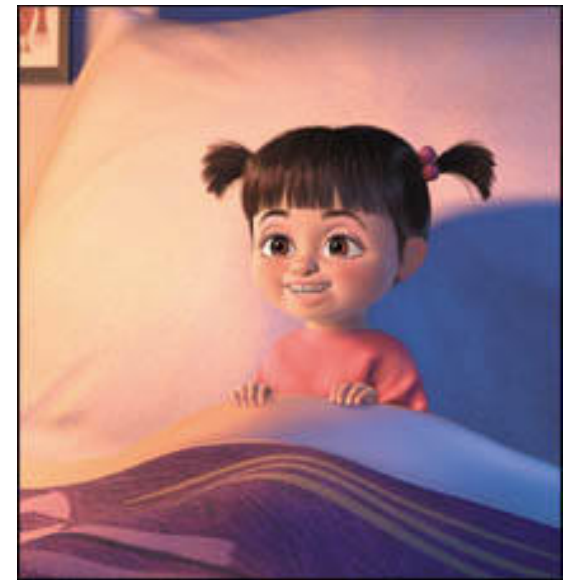


Efeito: Suavização de Superfícies



3D Studio Max

Grande aplicação em Animação



Pixar/Disney

Formas de Representação

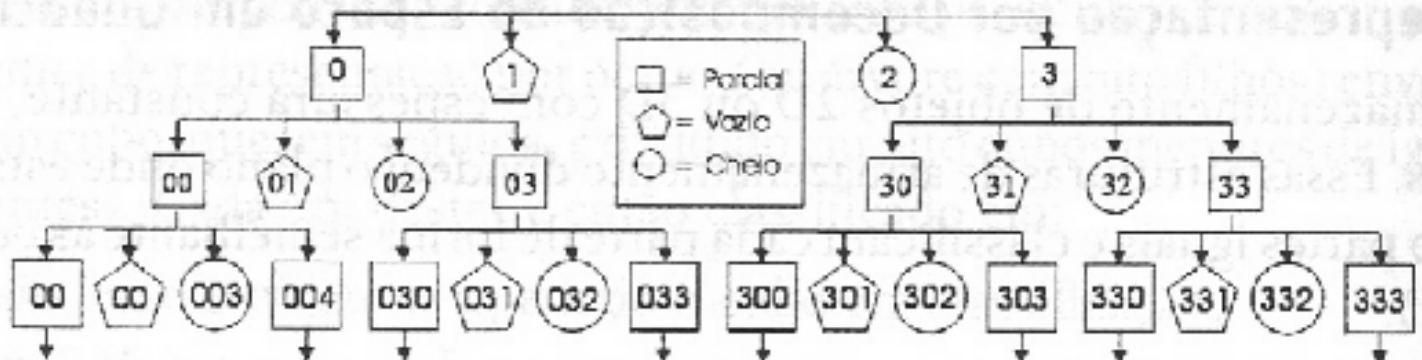
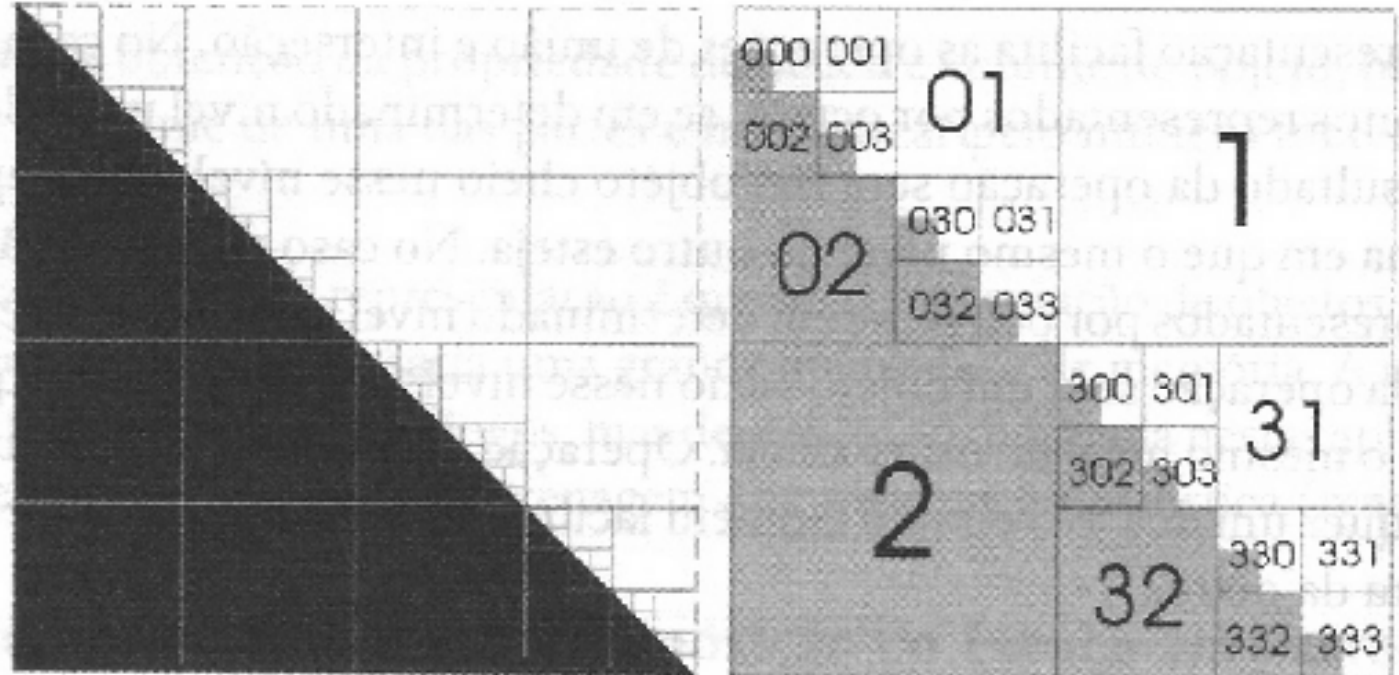
Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)

- *Quadtrees* são usadas para o armazenamento de objetos 2D
 - Divide-se o plano onde está o objeto em 4 partes iguais e classifica-se cada parte
 - Observa-se quais células estão totalmente ocupadas, parcialmente ocupadas ou vazias
 - Codifica-se o objeto por uma lista de células ocupadas
 - É armazenada em forma de árvore

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadrees* e *octrees*)

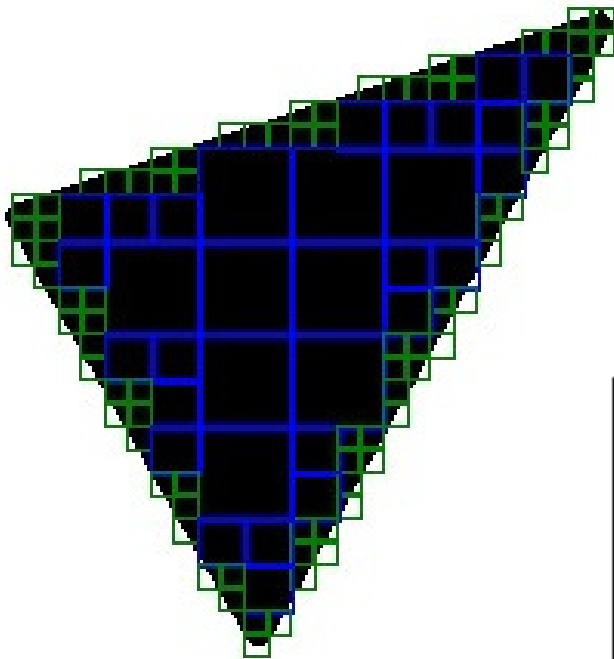
■ *Quadrees*



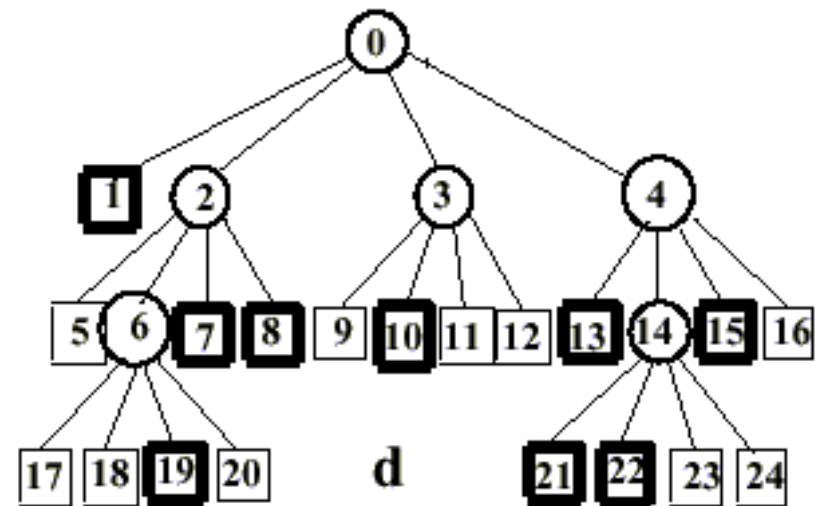
Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadrees* e *octrees*)

■ *Quadrees*



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



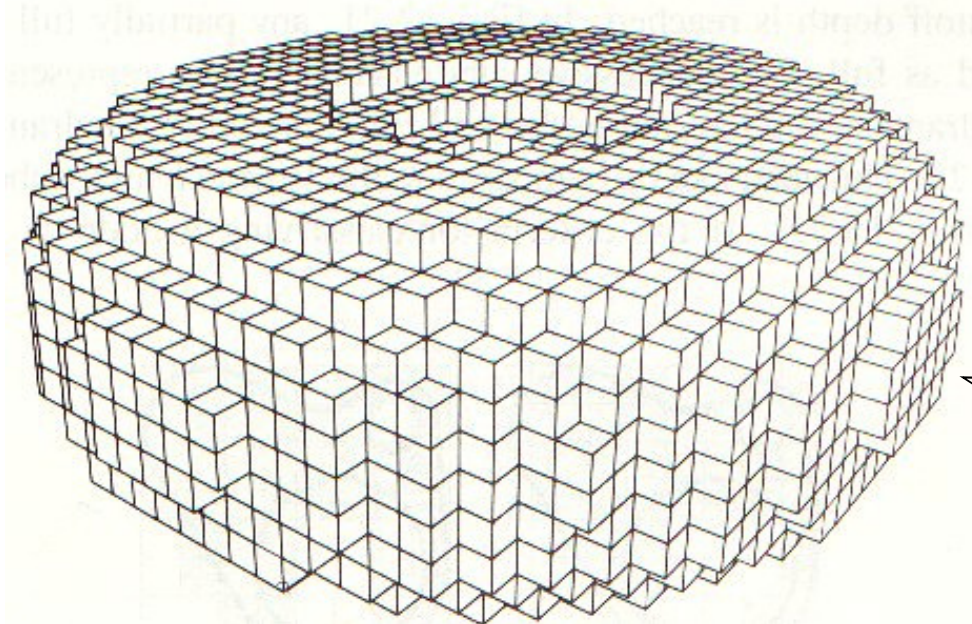
- Full
- Empty
- Partial



Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)

- Caso especial de decomposição de células
 - Sólido é decomposto em células idênticas organizadas numa grade regular fixa
 - Estrutura de árvore é organizada de tal maneira que cada célula corresponde a uma região do espaço 3D
 - Células são chamadas de voxels



Sólido descrito por
meio de voxels
dispostos
matricialmente

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)

- É feito o controle da presença ou ausência de uma célula em cada posição
 - Observa-se quais células estão ocupadas
 - Codifica-se o objeto por uma lista de células ocupadas
- Conforme o tamanho da grade decresce, a representação do objeto passa a se assemelhar a um conjunto de pontos no espaço
- Geralmente são armazenados em *octrees*

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)

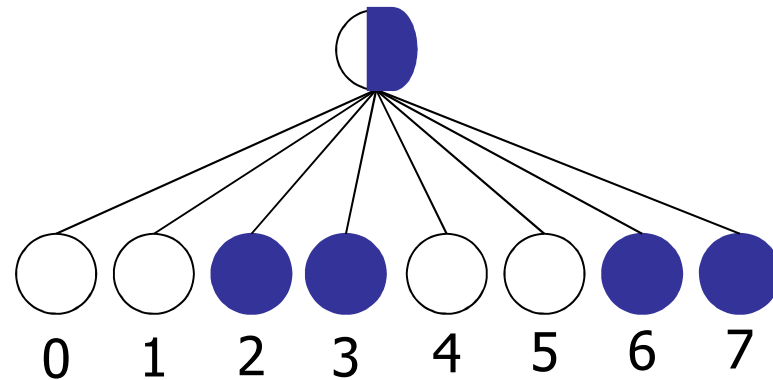
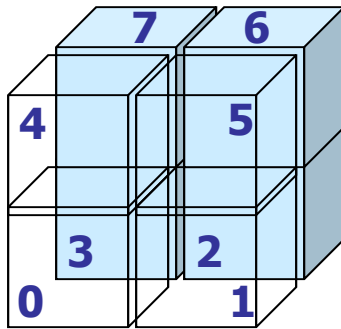
- Técnica de representação por *Octrees*
 - “Árvore com 8 filhos” (caso particular da Enumeração Espacial)
 - Envolve o objeto que em seguida é dividido em 8 cubos menores de igual tamanho, onde cada um é classificado em
 - Cheio, caso o objeto ocupe todo o cubo
 - Vazio, caso o objeto não ocupe nenhuma parte do cubo
 - Parcialmente Cheio, 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

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)

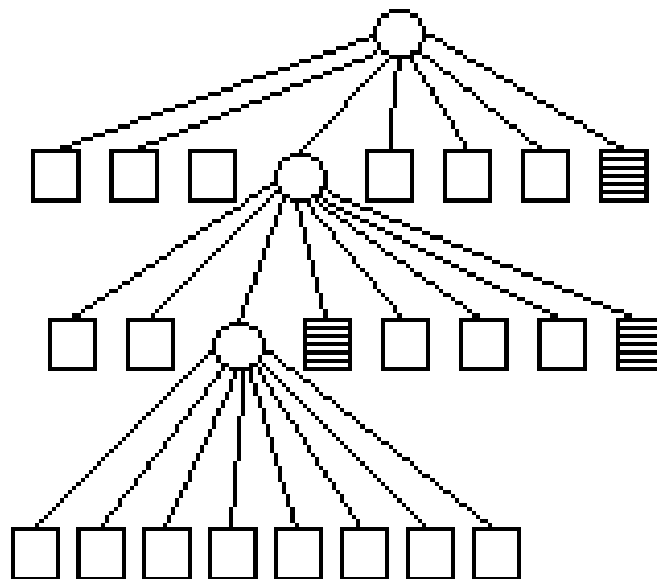
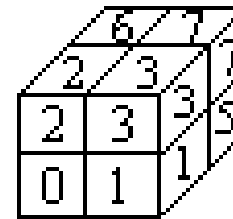
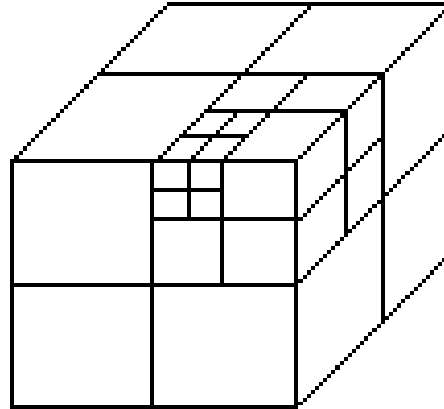
■ *Octrees*

- Divide o espaço em quadrantes
- Representação esparsa do espaço



Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)



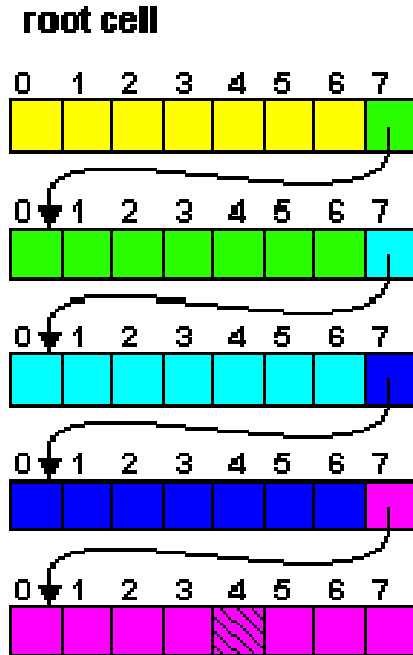
○ Nodo com descendentes

□ Nodo representando uma região vazia

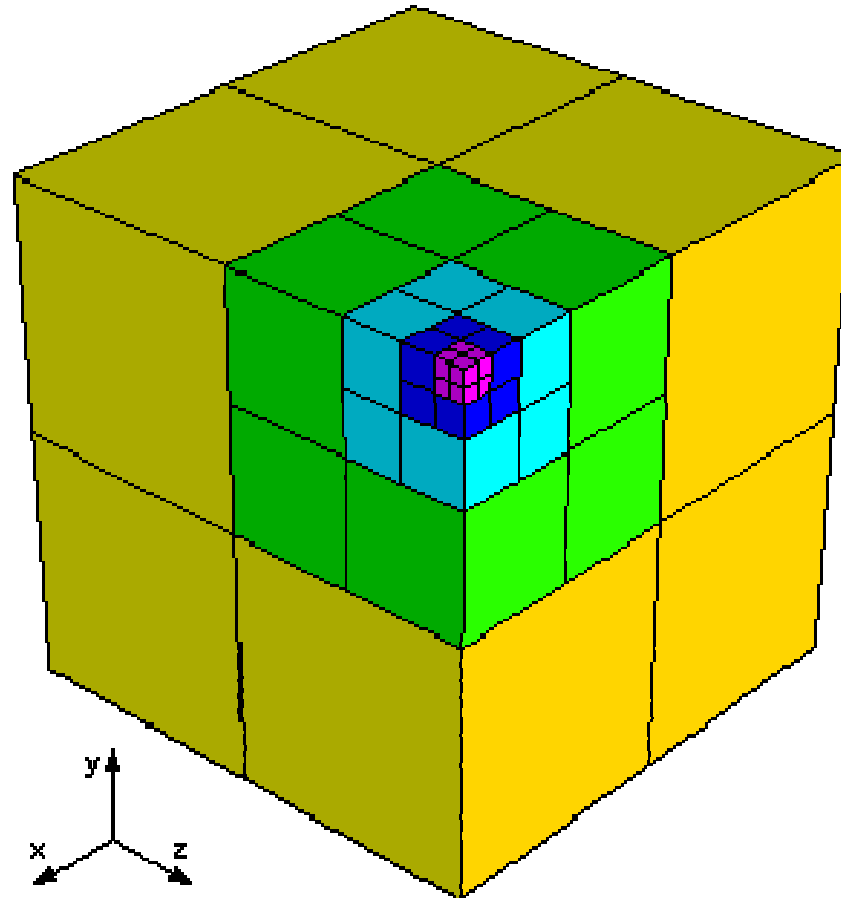
▨ Nodo representando uma região cheia

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadrees* e *octrees*)



		0	1	2	3	4
z	31	1	1	1	1	1
y	30	1	1	1	1	0
x	30	1	1	1	1	0
		7	7	7	7	4

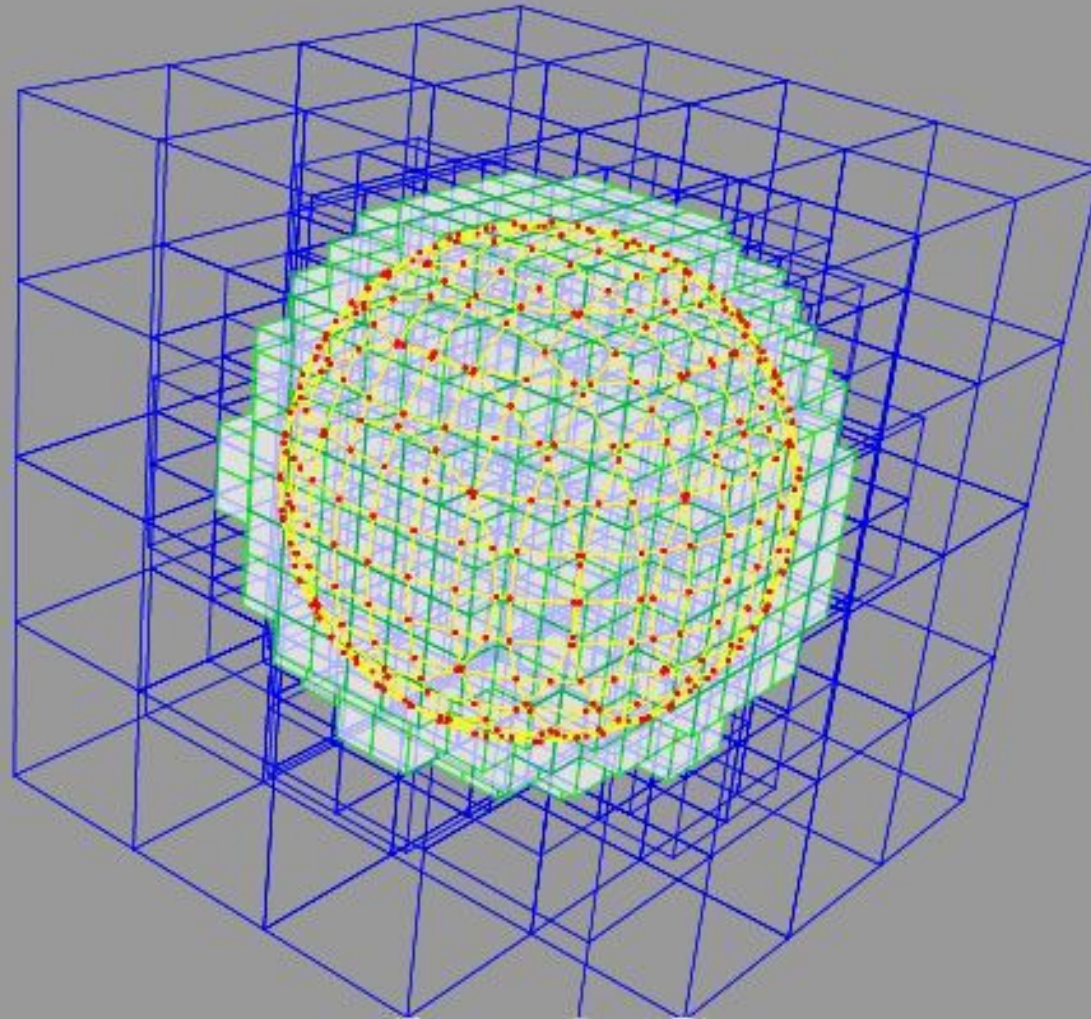


Claudio Esperança e Paulo Roma Cavalcanti

http://www.lcg.ufrj.br/cg/downloads/LCG_Modelagem.ppt

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)



Octree containing pieces of an implicitly defined sphere;
within each terminal node surface vertices are computed
and connected to form a polygon

Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)

- Vantagens

- É fácil determinar se um dado ponto pertence ou não ao sólido
- É fácil determinar se dois objetos se interferem (se tocam)
- Facilita a realização de operações de união, intersecção e diferença entre sólidos

- Desvantagem

- Uma representação detalhada necessita de muita memória

- Aplicabilidade

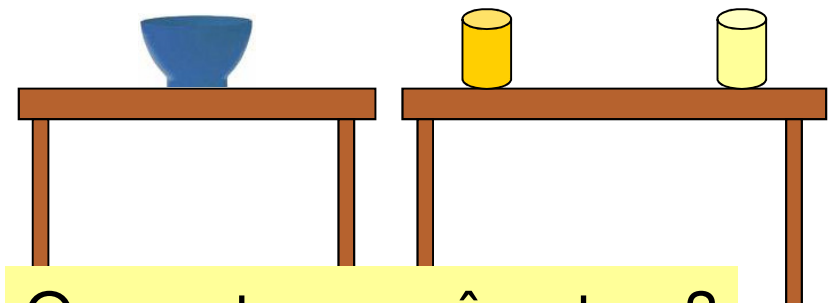
Formas de Representação

Cenas

■ Cena

- Conjunto de objetos posicionados num sistema de coordenadas (2D ou 3D)
- Pode ser representada por um tipo de tabela, como ilustra o exemplo abaixo

Modelo	Cor	Outros parâmetros
Mesa		
Mesa		
Copo		
Copo		
Cumbuca		



Que outros parâmetros?
Em que SR?

Formas de Representação

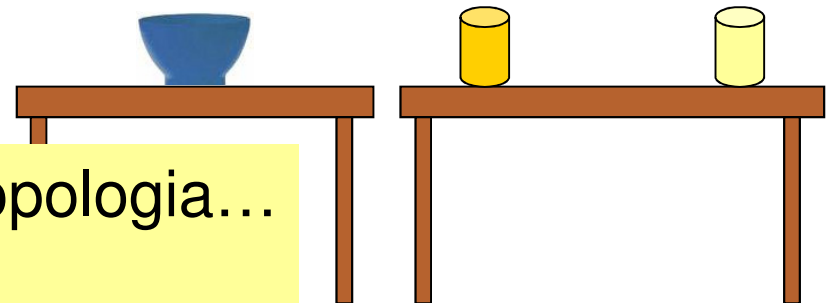
Cenas

■ Cena

- Conjunto de objetos posicionados num sistema de coordenadas (2D ou 3D)
- Pode ser representada por um tipo de tabela, como ilustra o exemplo abaixo

Modelo	Cor	Outros parâmetros
Mesa		
Mesa		
Copo		
Copo		
Cumbuca		

Vértices, arestas, topologia...
SRU...



Formas de Representação

Grafo de Cena

- Grafo de cena é uma estrutura de dados que organiza a representação espacial dos objetos de uma cena
- É usado em ferramentas gráficas de edição que trabalham com dados vetoriais, jogos e outras aplicações interativas
 - Exemplo: OpenSceneGraph, Java 3D, Open Inventor, OpenGL Optimizer, AutoCAD e CorelDRAW

Formas de Representação

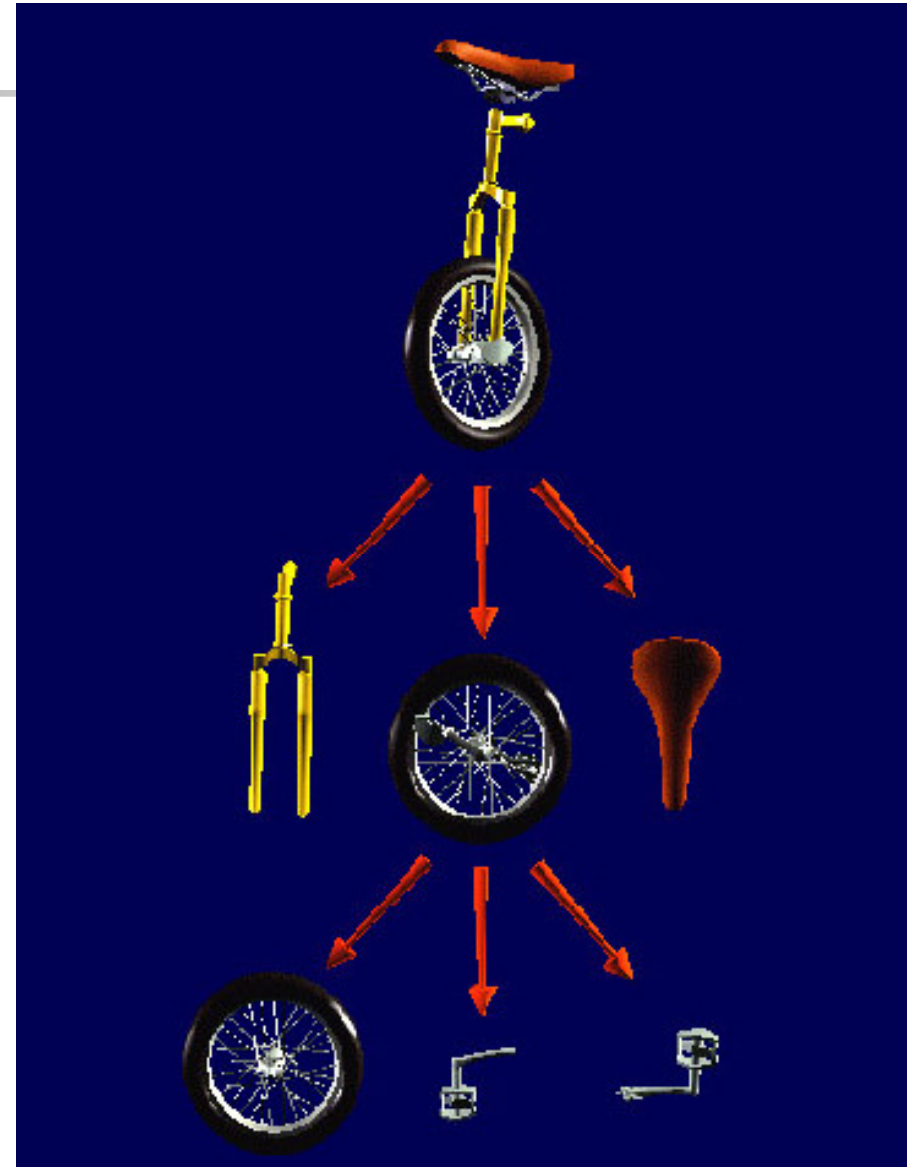
Grafo de Cena

- Consiste em uma coleção de nodos em um grafo ou árvore
 - Um nodo pode ter vários filhos, mas, geralmente, um único pai
 - Uma operação aplicada ao pai, será aplicada em todos os filhos
- Por exemplo:
 - É possível agrupar objetos relacionados e tratá-los como se fossem único objeto que pode ser selecionado, movido, etc

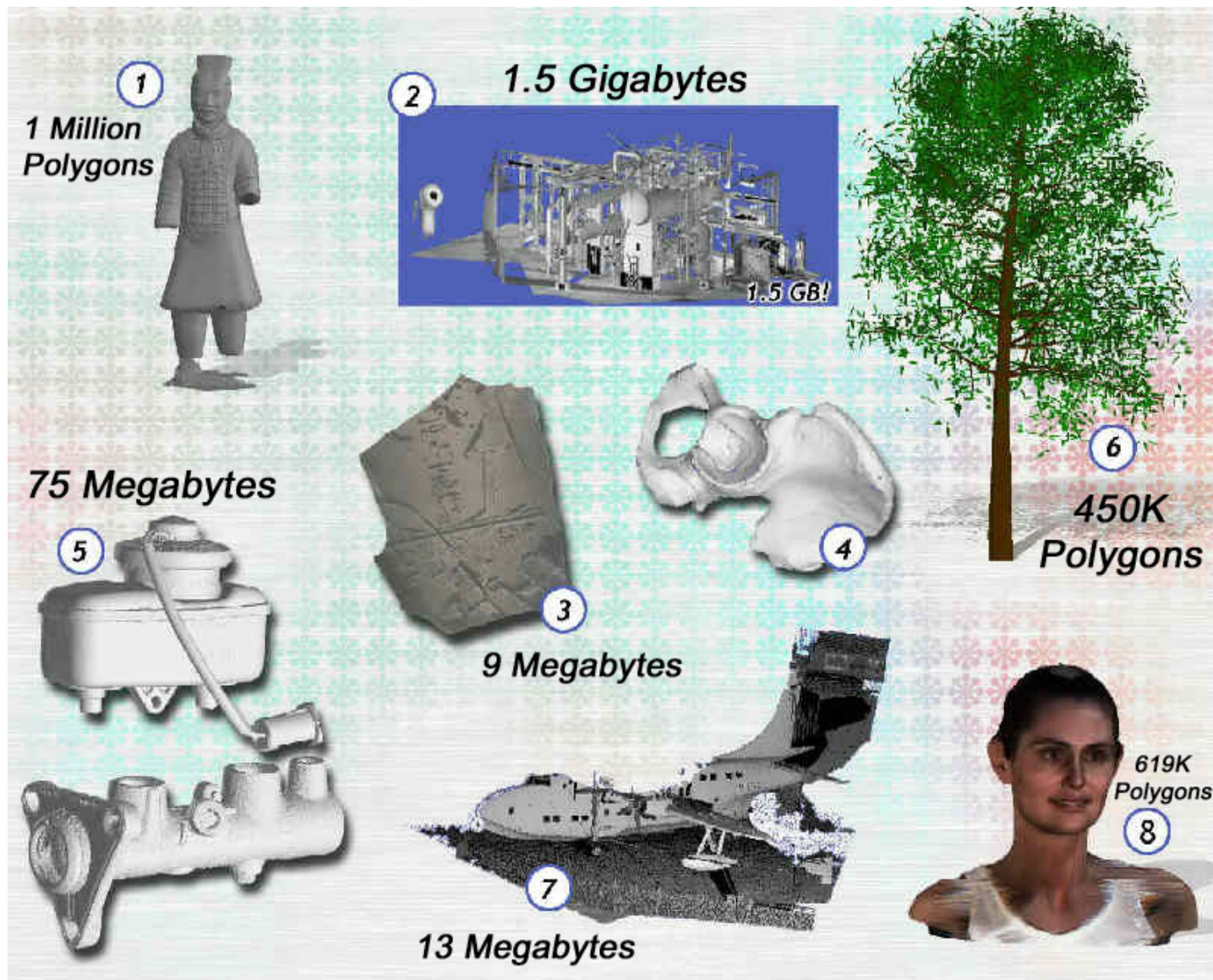
Formas de Representação

Grafo de Cena

- Exemplo
 - Grafo de cena conceitual



Espaço de armazenagem...



Técnicas de Modelagem

■ Modelagem

■ Modelo

- objeto destinado a reproduzir
- representação em pequena escala daquilo que se pretende executar em grande escala
- conjunto de hipóteses sobre a estrutura ou o comportamento de um sistema físico pelo qual se procura explicar ou prever, dentro de uma teoria científica, as propriedades do sistema

■ Modelar

- representar por meio de modelo
- assinalar os contornos de
- dar forma a

Técnicas de Modelagem

- Modelagem computacional
 - Modelos não são representados fisicamente, são usados para representar entidades e fenômenos do mundo físico real no computador
 - As unidades dos dados e parâmetros do modelo computacional são a referência para as dimensões do objeto modelado
- Modelagem (em Computação Gráfica) consiste em todo o processo de descrever um modelo, objeto ou cena, de forma que se possa desenhá-lo

Técnicas de Modelagem

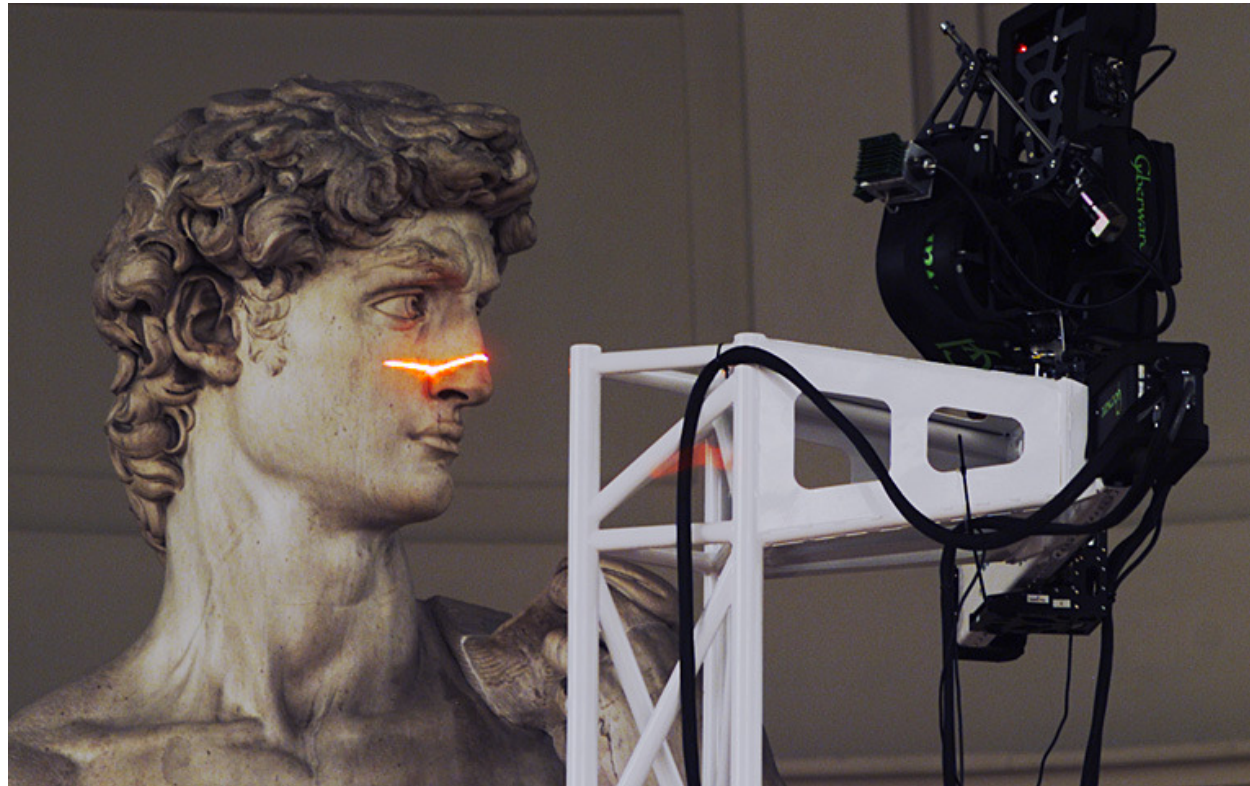
■ Modelos

- Utilizados para representar entidades físicas ou abstratas e fenômenos no computador (estrutura e/ou comportamento)
- Permitem a realização de simulações, testes e previsão do comportamento das entidades modeladas
- Devem incluir apenas as informações essenciais
 - Modelo geométrico, e/ou
 - Descrição das propriedades de reflexão e textura, e/ou
 - Descrição das propriedades elásticas

Técnicas de Modelagem

- Projeto e implementação dos modelos é uma etapa muito importante
 - Representação adequada das propriedades das entidades para facilitar o uso e a análise
 - Determinar quais informações devem ser incluídas e como devem ser incluídas
 - Bom modelo comporta-se como o objeto real

Técnicas de Modelagem Digitalização e captura

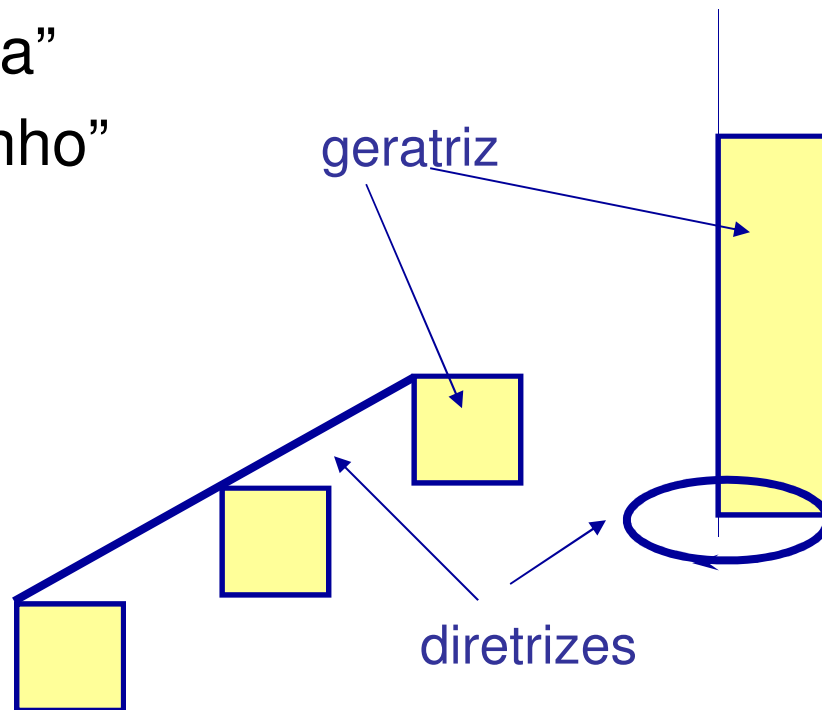


<http://www-graphics.stanford.edu/projects/mich/>

Técnicas de Modelagem

Varredura (Sweeping)

- Útil para a construção de objetos 3D simétricos
- Objetos gerados pelo arrastar de uma curva ou superfície ao longo de uma trajetória no espaço
 - Geratriz - “forma”
 - Diretriz - “caminho”



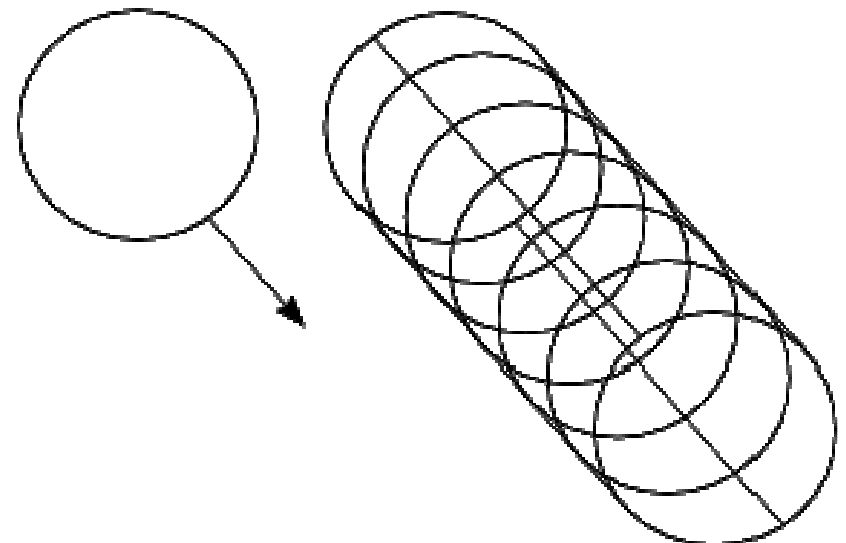
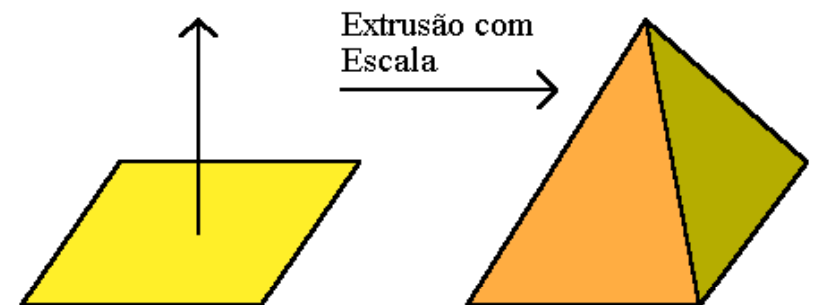
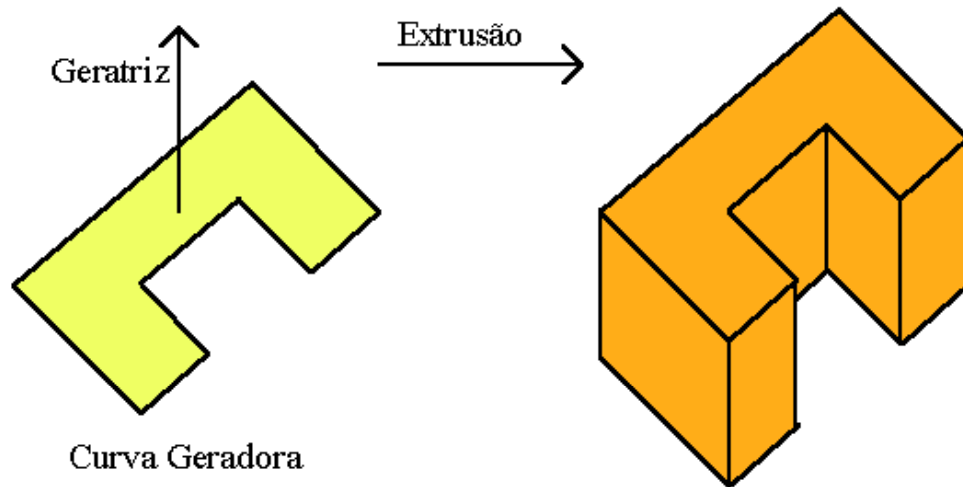
Técnicas de Modelagem

Varredura

- Curva aberta gera superfície
- Curva fechada gera sólido
- Trajetória (3D) pode ser reta ou curva
- *Sweep* rotacional
 - Trajetória é um círculo ao redor de um eixo
- *Sweep* translacional (ou extrusão)
 - Trajetória é uma linha

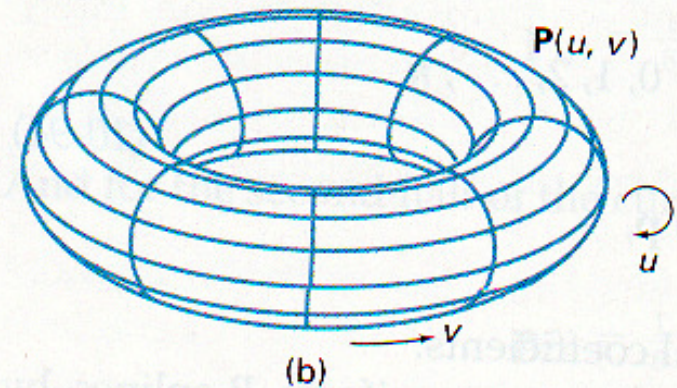
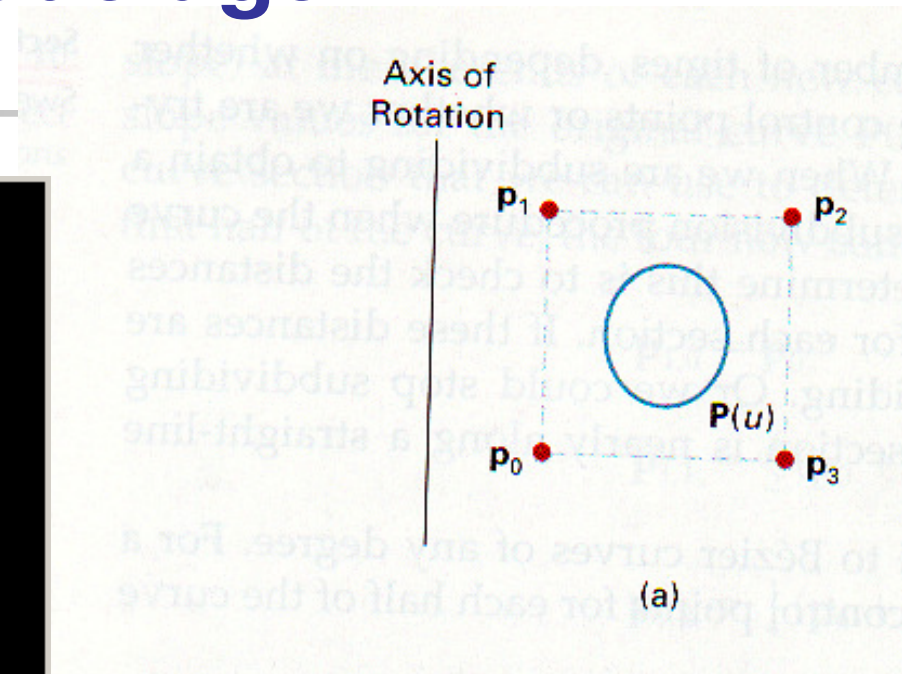
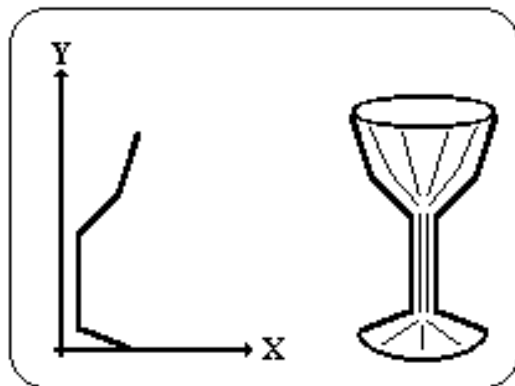
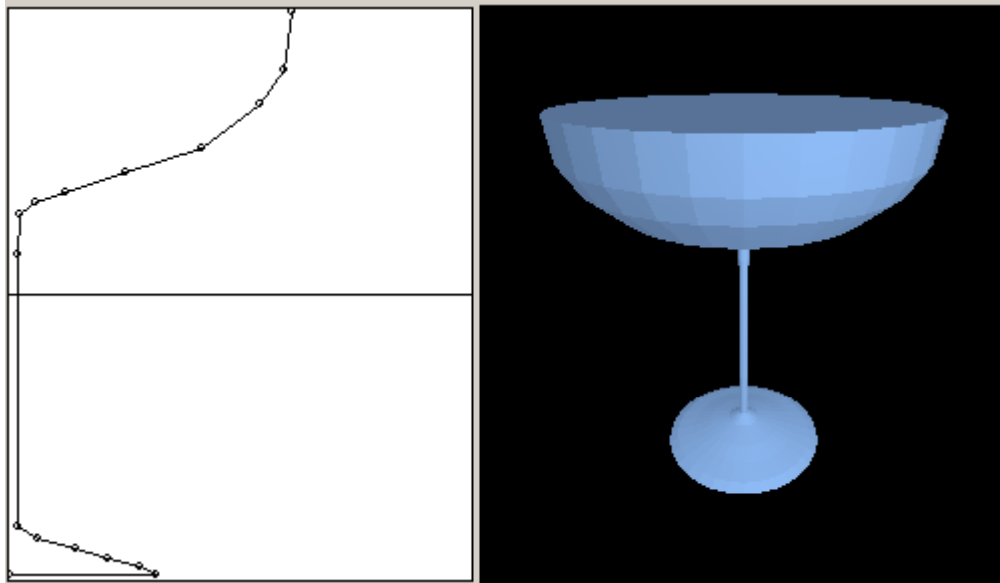
Técnicas de Modelagem

Varredura



Técnicas de Modelagem

Varredura



[Hearn 1997]

Técnicas de Modelagem

CSG

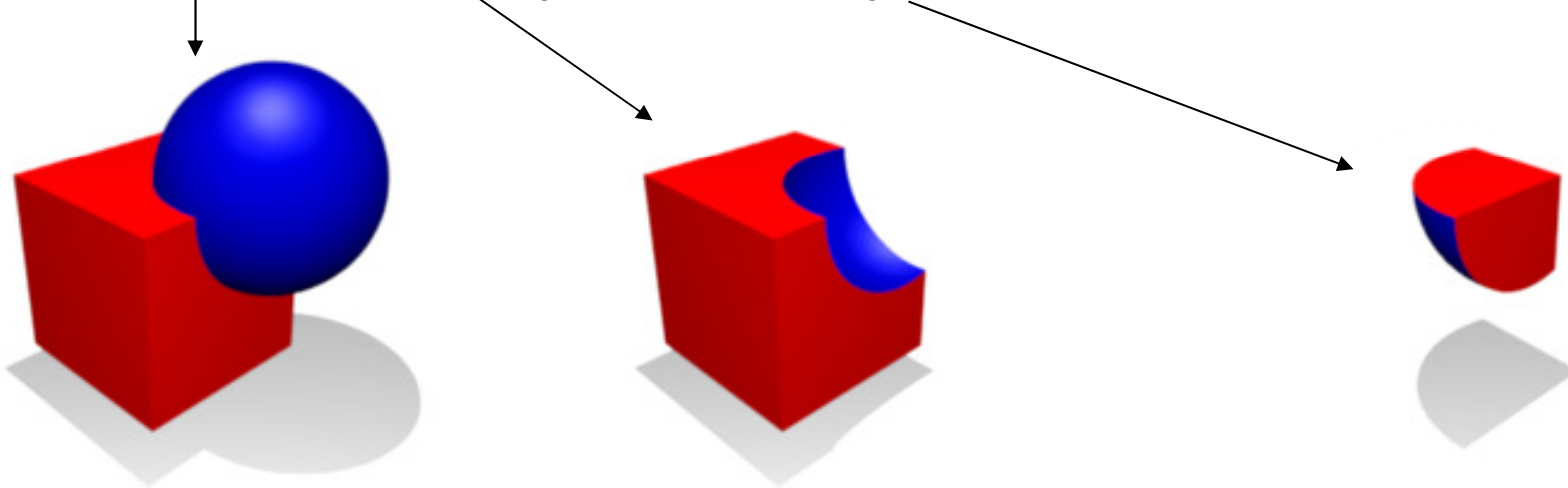
- CSG
 - *Constructive Solid Geometry* ou Geometria Sólida Construtiva
- Utiliza sólidos mais simples (primitivas) para composição de sólidos mais complexos
 - Exemplos de primitivas: cubo, cilindro, pirâmide, esfera e cone
 - Alguns pacotes permitem a utilização de objetos curvos

Técnicas de Modelagem

CSG

- Composição é feita através de operadores booleanos

- União, diferença, intersecção

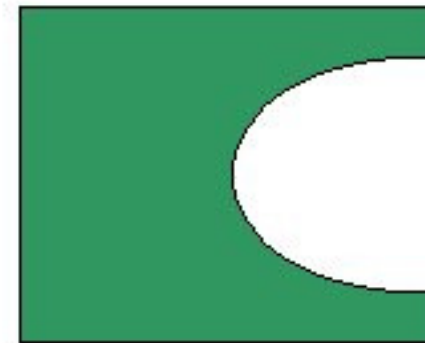
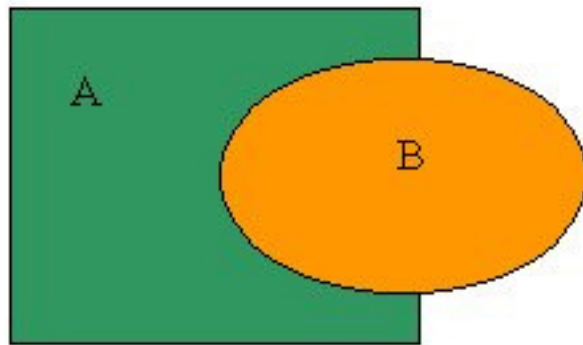


- Cada objeto é armazenado em uma árvore
 - Folhas: sólidos primitivos
 - Nós: operadores booleanos

Técnicas de Modelagem

CSG

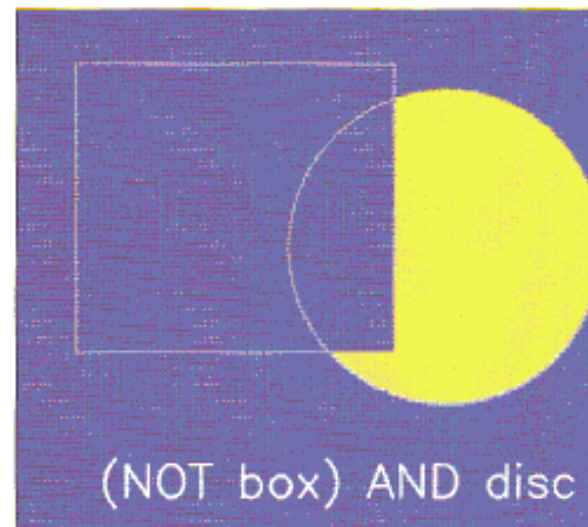
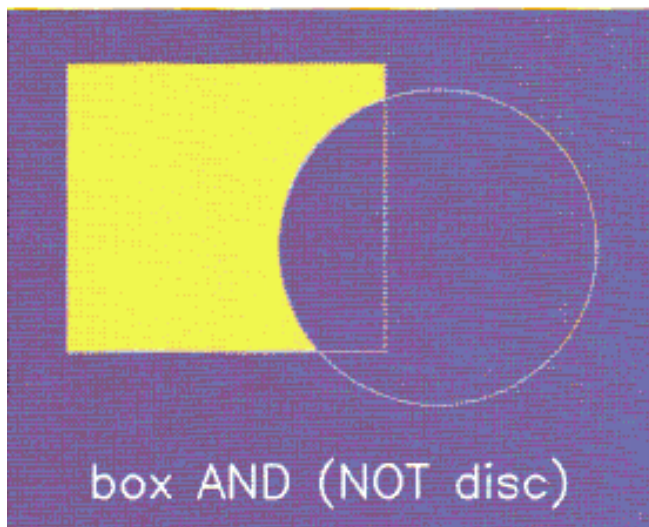
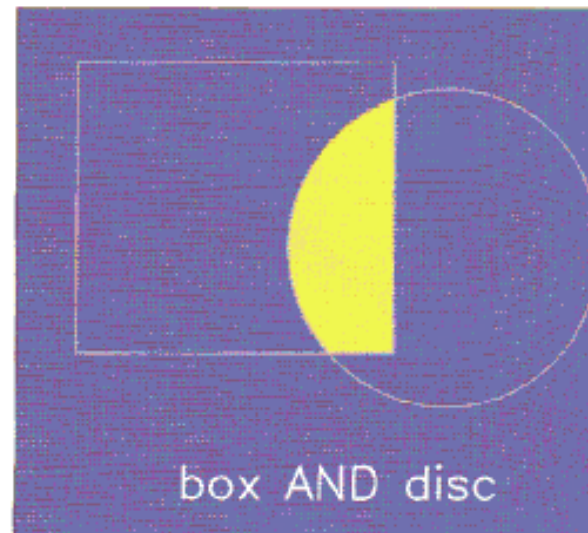
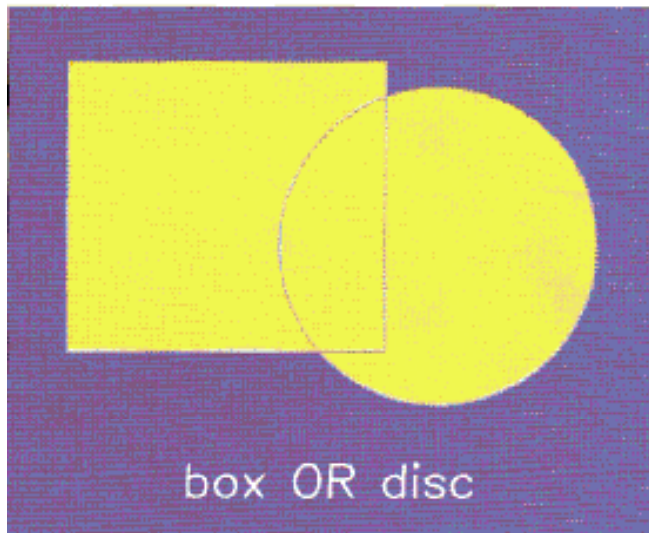
- Tipo de representação adequada para aplicações onde a precisão matemática é importante ou ferramentas CAD que trabalham com construção de objetos por agrupamento de peças mais simples (união) ou ainda por desgaste de um bloco inicial (diferença)



A-B

Técnicas de Modelagem

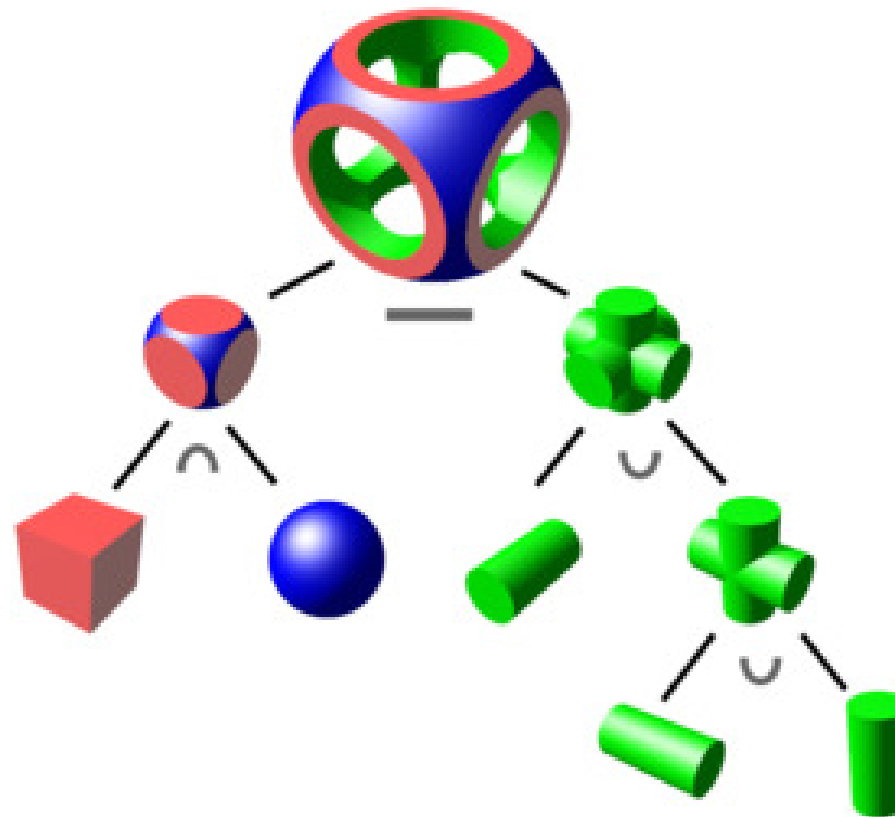
CSG



[Lathrop 1997]

Técnicas de Modelagem

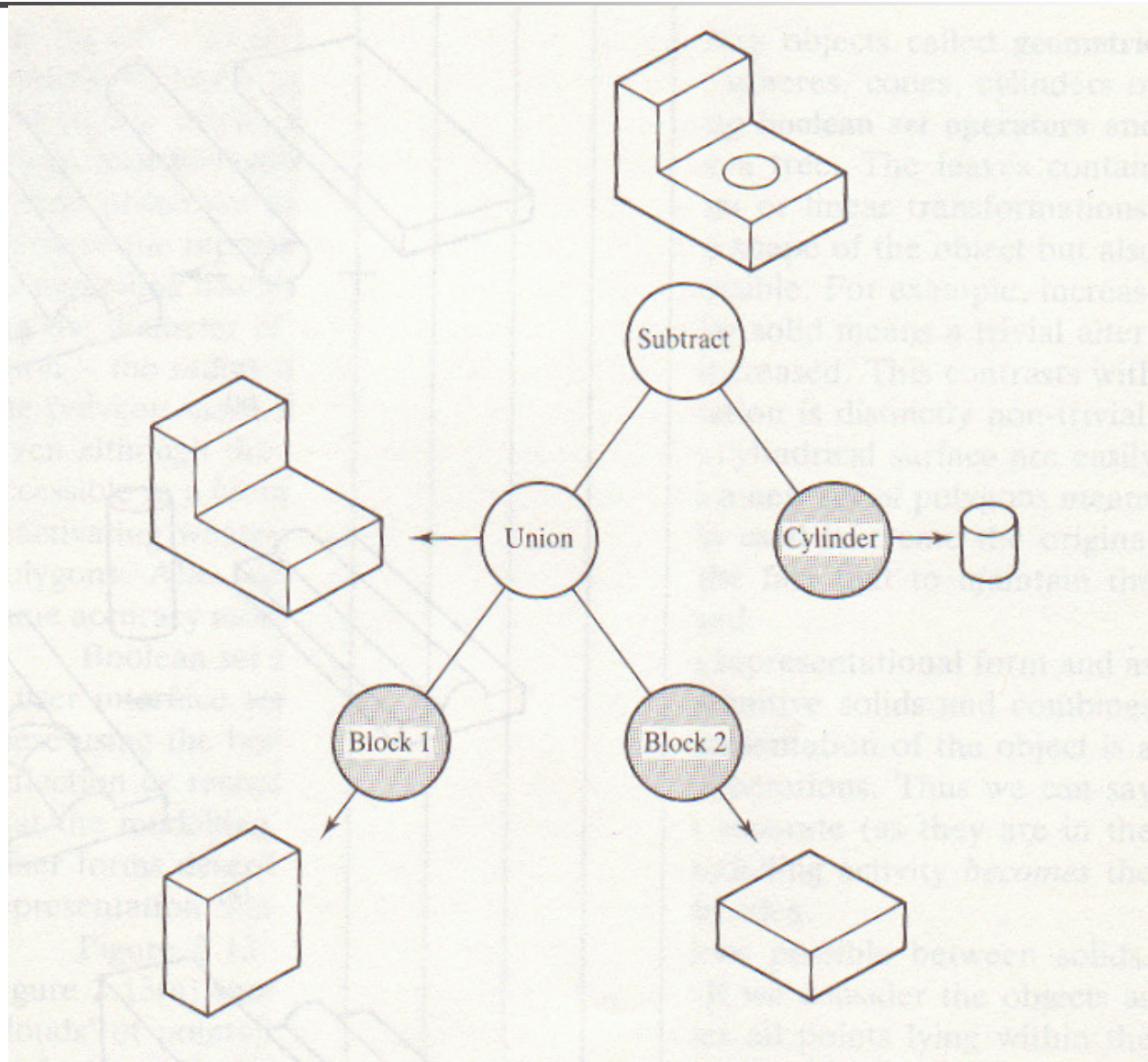
CSG



http://en.wikipedia.org/wiki/Constructive_solid_geometry

Técnicas de Modelagem

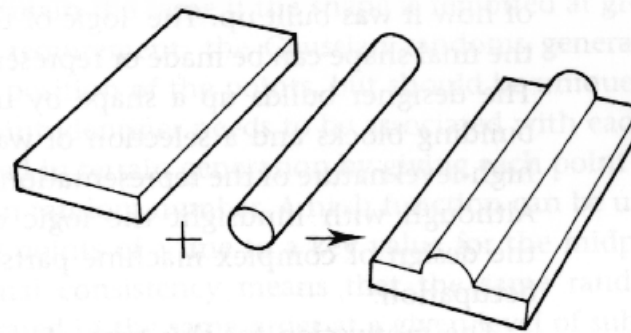
CSG



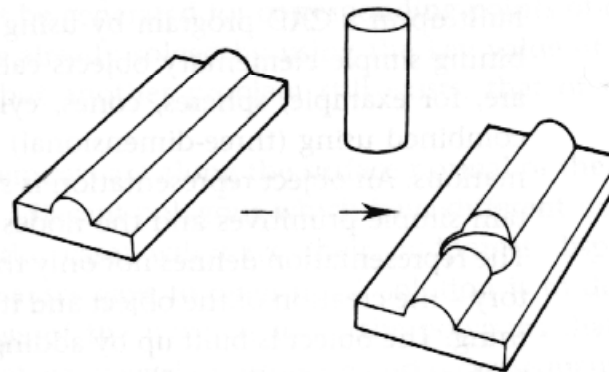
[Watt 2000]

Técnicas de Modelagem

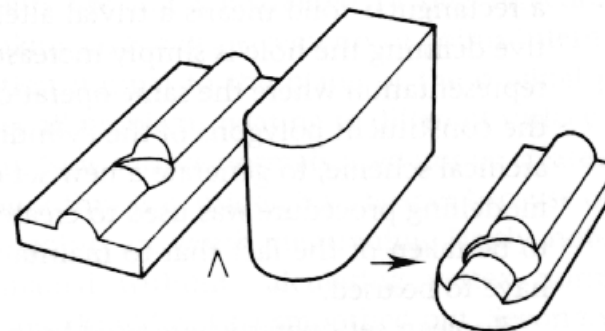
CSG



(a)



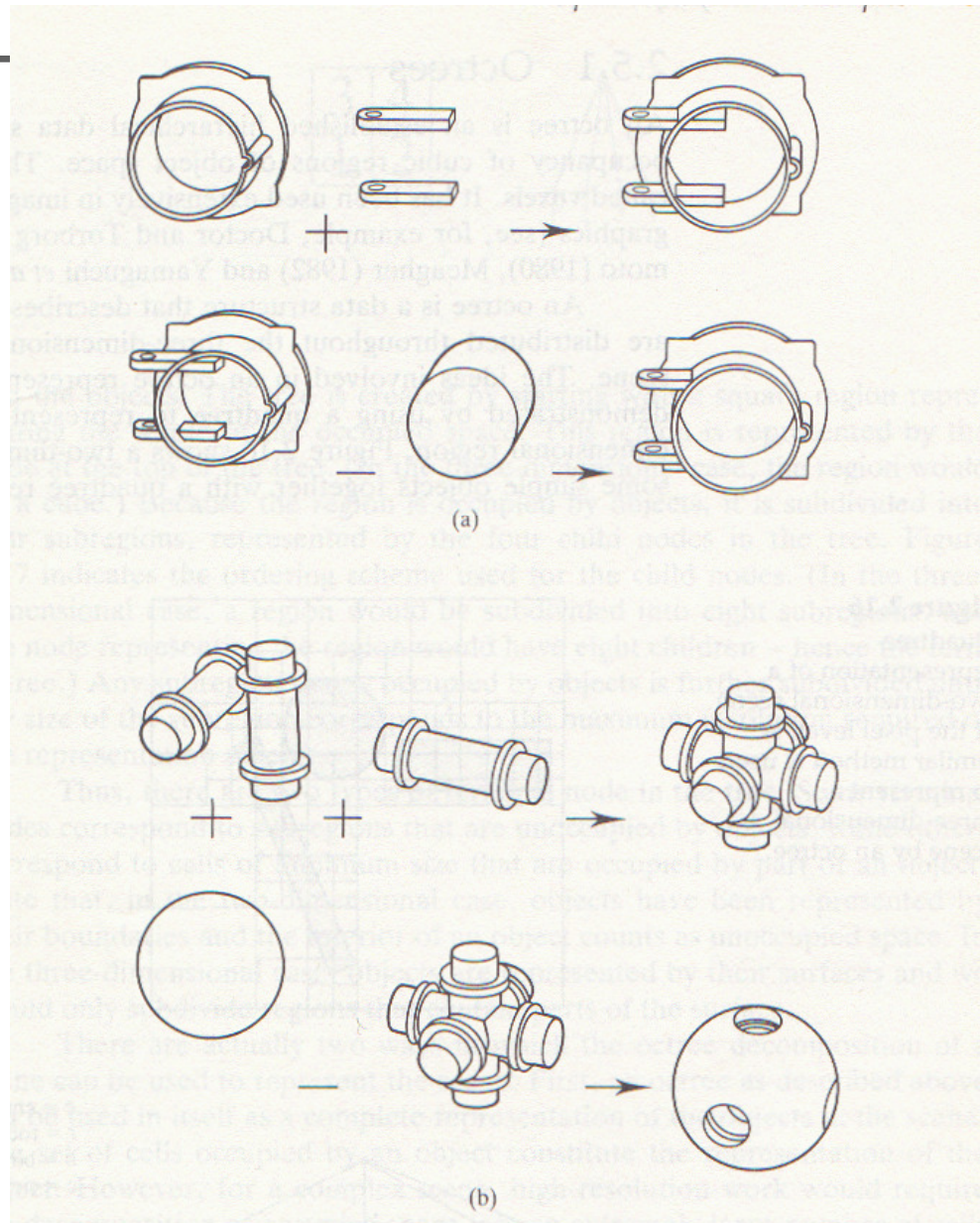
(b)



[Watt 2000]

Técnicas de Modelagem

CSG

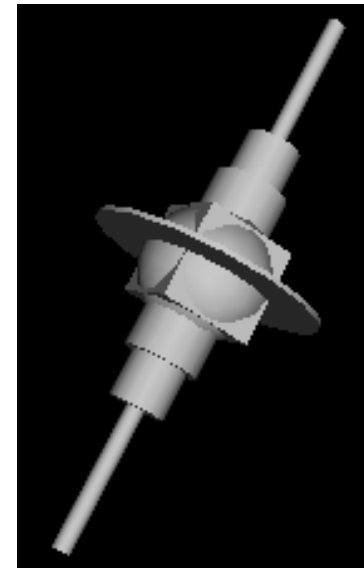


[Watt 2000]

Técnicas de Modelagem

Instanciamento de Primitivas

- Sistema define um conjunto de objetos primitivos 3D
 - Relevantes para a área de aplicação
 - Podem ser definidos por equações, malhas de polígonos ou superfícies paramétricas
 - São parametrizados (tanto em termos de transformações geométricas, como em outras propriedades) e agrupados
 - Ex: VRML (*box + sphere + cylinder*)



[Ames 1997]

Técnicas de Modelagem

Modelagem Procedural

■ Modelagem Procedural

- Engloba métodos alternativos à modelagem geométrica tradicional
- Motivação: representar a complexidade dos objetos do mundo real (forma e comportamento)
- Exemplos:
 - Modelagem Procedural de Terreno Fractal
 - Modelagem Procedural de Explosões
 - Modelagem Procedural de Nuvens
 - Modelagem Procedural de Água
 - Modelagem Procedural de Fogo

Técnicas de Modelagem

Modelagem Procedural

- Modelos procedurais podem descrever
 - Objetos que podem interagir com eventos externos para se modificarem (exemplos: terreno, vegetação, gases, líquidos, fogo)
 - A geometria em função de uma série de parâmetros que variam com o tempo (exemplo: explosão)
- Modelagem procedural consiste no desenvolvimento de um procedimento que, baseando-se nos parâmetros recebidos, irá construir um modelo
- Vamos ver dois exemplos
 - Fractais
 - Sistemas de Partículas

Exemplos:

- <http://www.youtube.com/watch?v=jOWPWbvH5k>
- <http://www.youtube.com/watch?v=rXOa5bWFRKw>

Técnicas de Modelagem

Modelagem Procedural

- Vamos ver dois exemplos
 - Fractais
 - Sistemas de Partículas

Técnicas de Modelagem

Fractais

- Fractais geram imagens fantásticas
- Surgiram de uma idéia de revolucionar a tradicional geometria euclidiana, cujas características são:
 - Figuras geométricas bem definidas (2D ou 3D)
 - Pontos, retas, planos ou sólidos
 - Não é adequada para modelar objetos naturais tais como nuvens, montanhas, arbustos e plantas
- O matemático Benoit Mandelbrot, através de sua obra *The Fractal Geometry of the Nature*, criou a geometria fractal

Técnicas de Modelagem

Fractais

- Geometria fractal

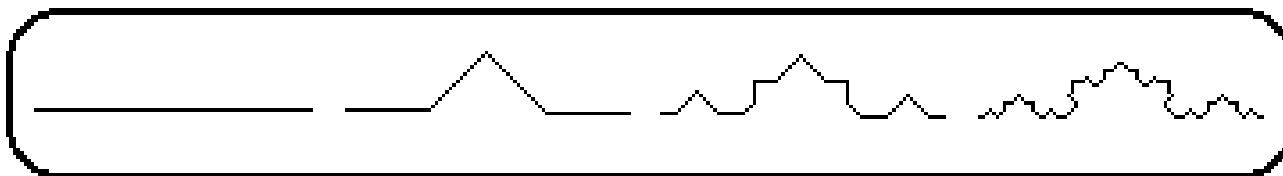
- Permite a representação de certos elementos naturais que possuem características irregulares
- Possibilita a criação destes modelos de maneira mais realista
- Aplicações em diversas áreas, destacando-se a Computação Gráfica e a Modelagem/Simulação de elementos naturais

- Generalizando, o termo fractal significa tudo que possui uma medida substancial de similaridade

Técnicas de Modelagem

Fractais

- Principais características dos fractais
 - Detalhes "infinitos" em cada ponto (dimensão fractal)
 - Porções menores reproduzem exatamente porções maiores (auto-similaridade)
- Exemplo
 - Fractal representado por uma figura geométrica inicial (segmento de reta) e uma regra de subdivisão desta figura (divide em 4 partes e inclina duas delas para formar um canto)

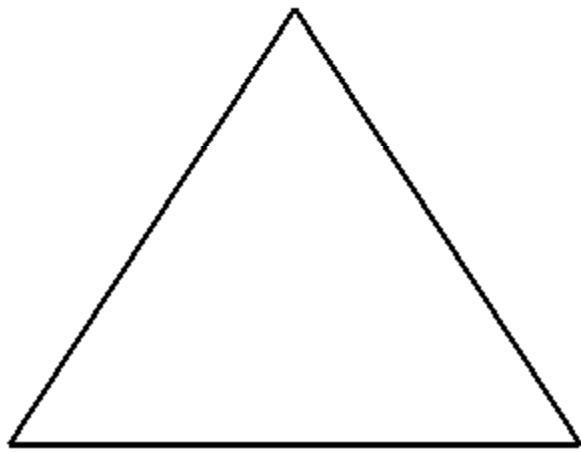


Técnicas de Modelagem

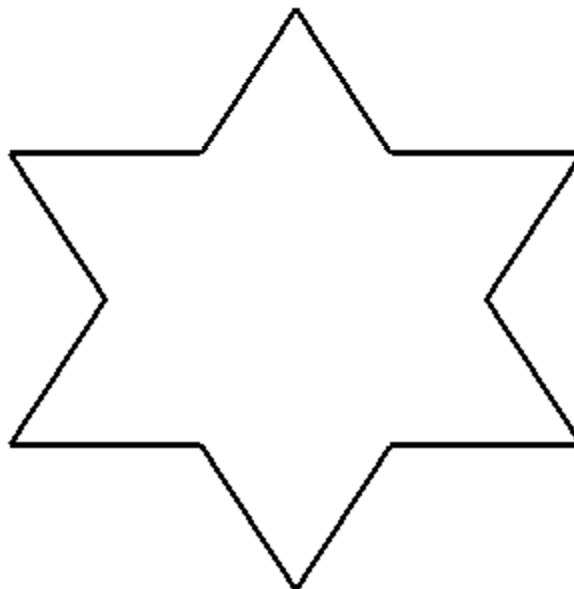
Fractais

■ Exemplos

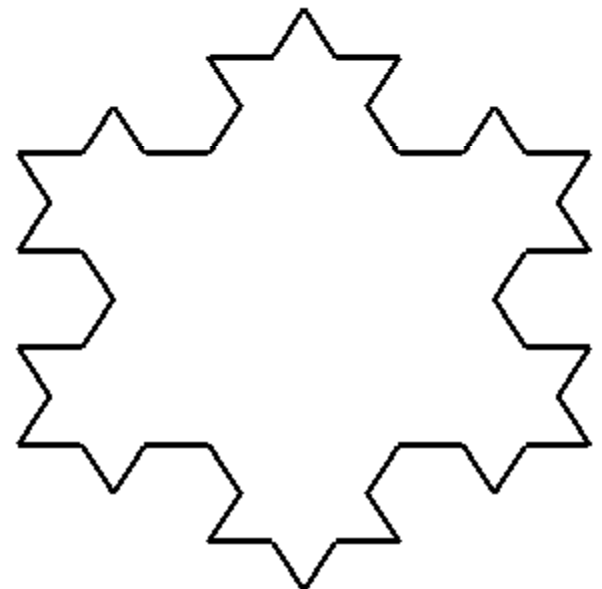
■ Floco de neve de Koch



1 iteração



2 iterações

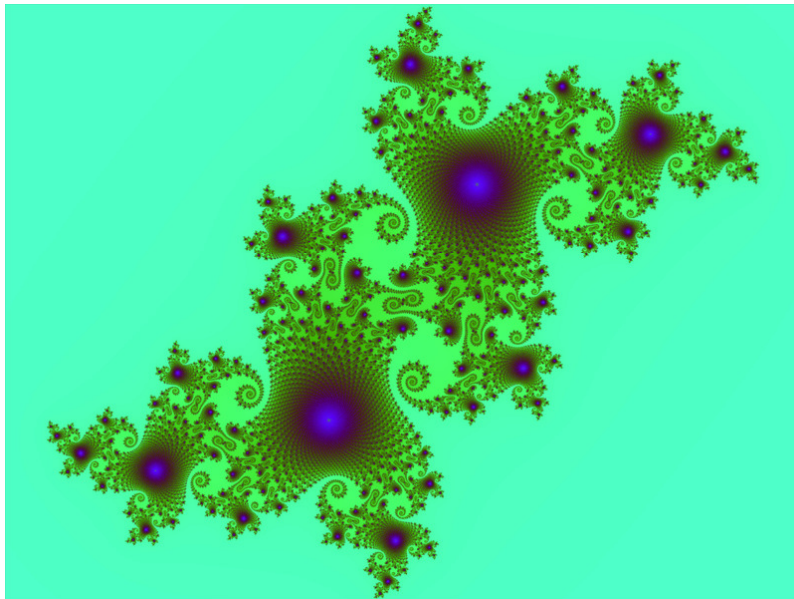


3 iterações

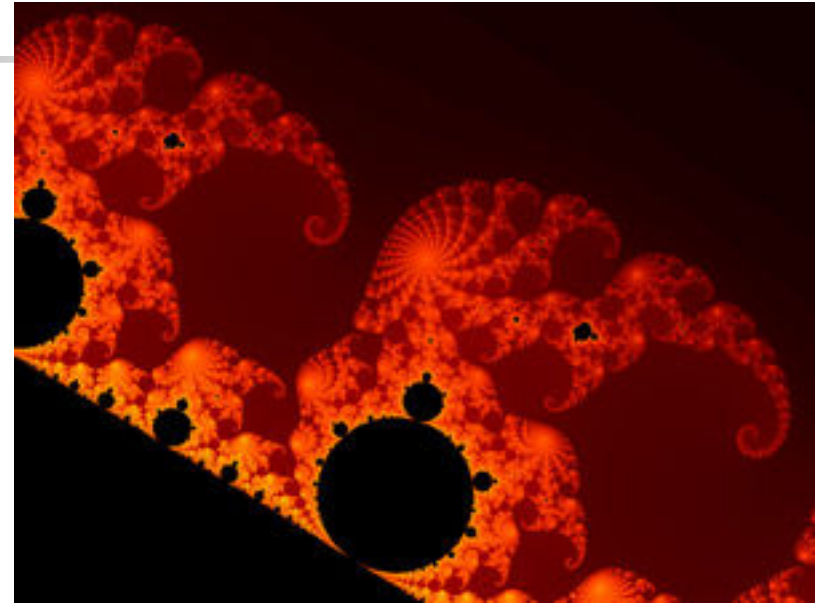
Técnicas de Modelagem

Fractais

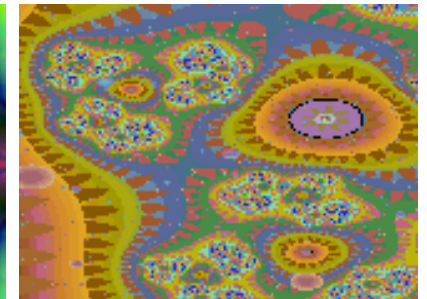
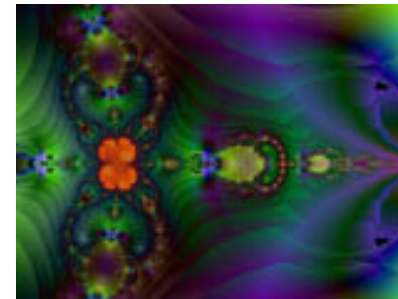
■ Exemplos



O conjunto de Julia, um fractal relacionado ao conjunto Mandelbrot



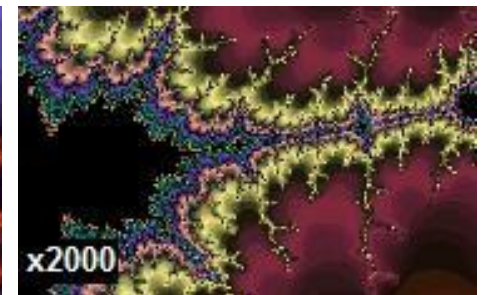
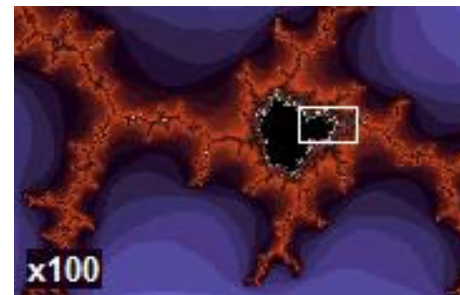
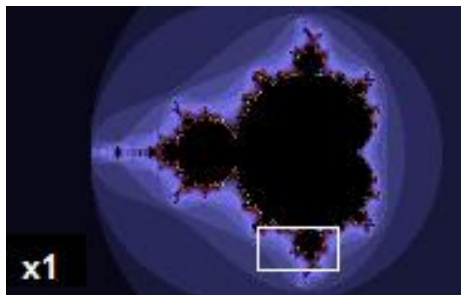
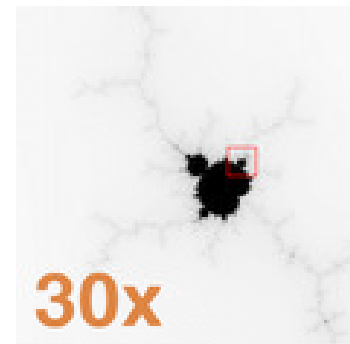
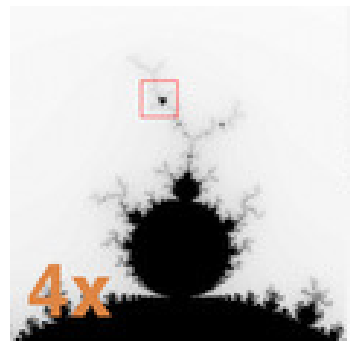
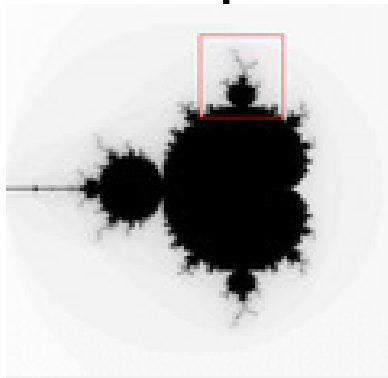
O conjunto de Mandelbrot é um exemplo famoso de fractal.



Técnicas de Modelagem

Fractais

■ Exemplos



Aumento do conjunto de Mandelbrot mostra os pequenos detalhes repetindo o conjunto inteiro

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fractal> e <http://en.wikipedia.org/wiki/Fractal>

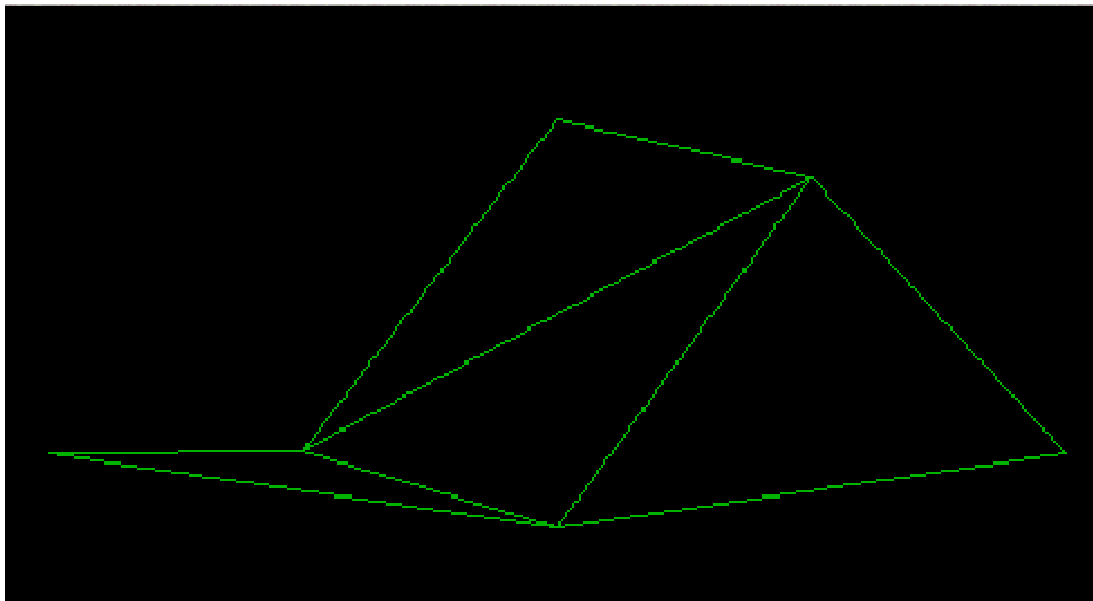
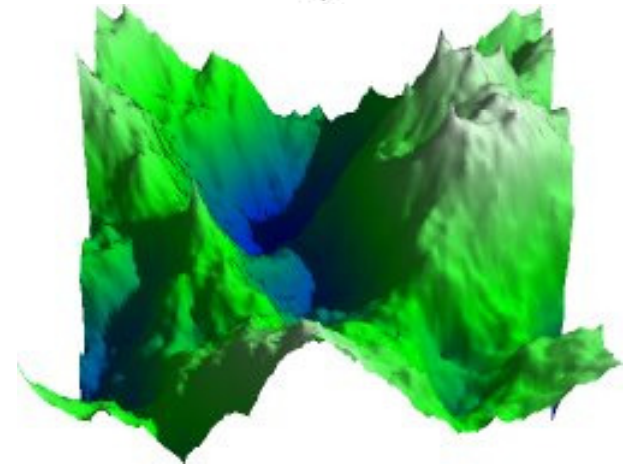
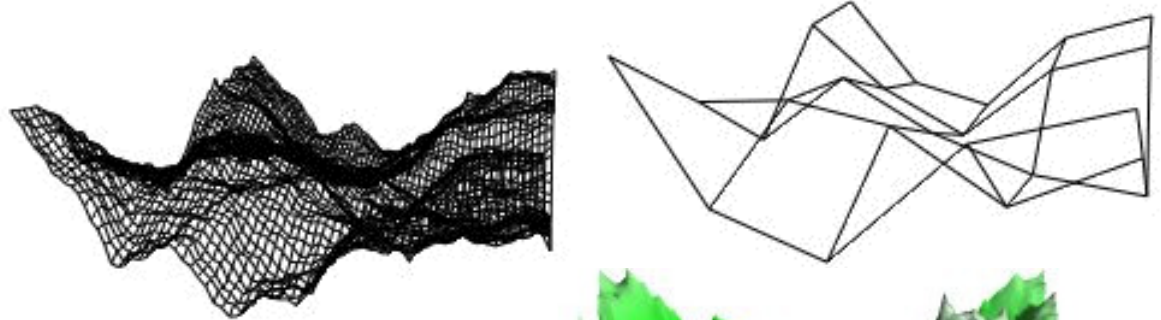
Técnicas de Modelagem

Fractais

<http://www.dcc.uchile.cl/~ekrsulov/cursos/cc52b/>

■ Exemplos

- Modelagem de terrenos e montanhas



<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fractal>

Técnicas de Modelagem

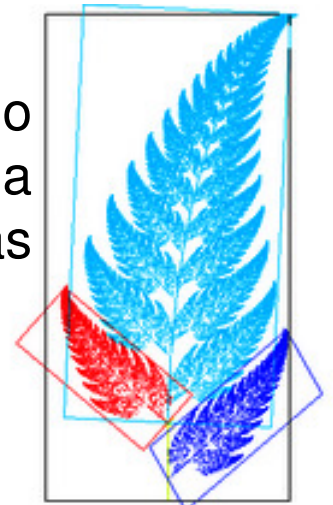
Fractais

■ Exemplos



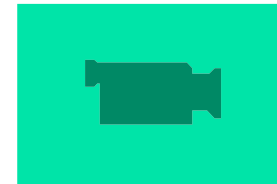
Brócolis: exemplo de um fractal natural.

Feto fractal: gerado usando um sistema de funções iteradas



Sistemas de Partículas

- CONCEITO: Conjunto de partículas cujo comportamento evolui no tempo de acordo com regras algorítmicas com o objetivo de simular um fenômeno fuzzy



Sistemas de Partículas

- Usado em modelagem, animação e rendering (dependente da aplicação)
- Normalmente:
 - Coleção de partículas
 - Atributos definidos estocasticamente

Histórico

- William Reeves (1983): primeira aplicação – Fogo e explosão



Aplicações

- Fenômenos naturais: explosões, nuvens, água
- Modelagem e deformação geométrica de superfícies

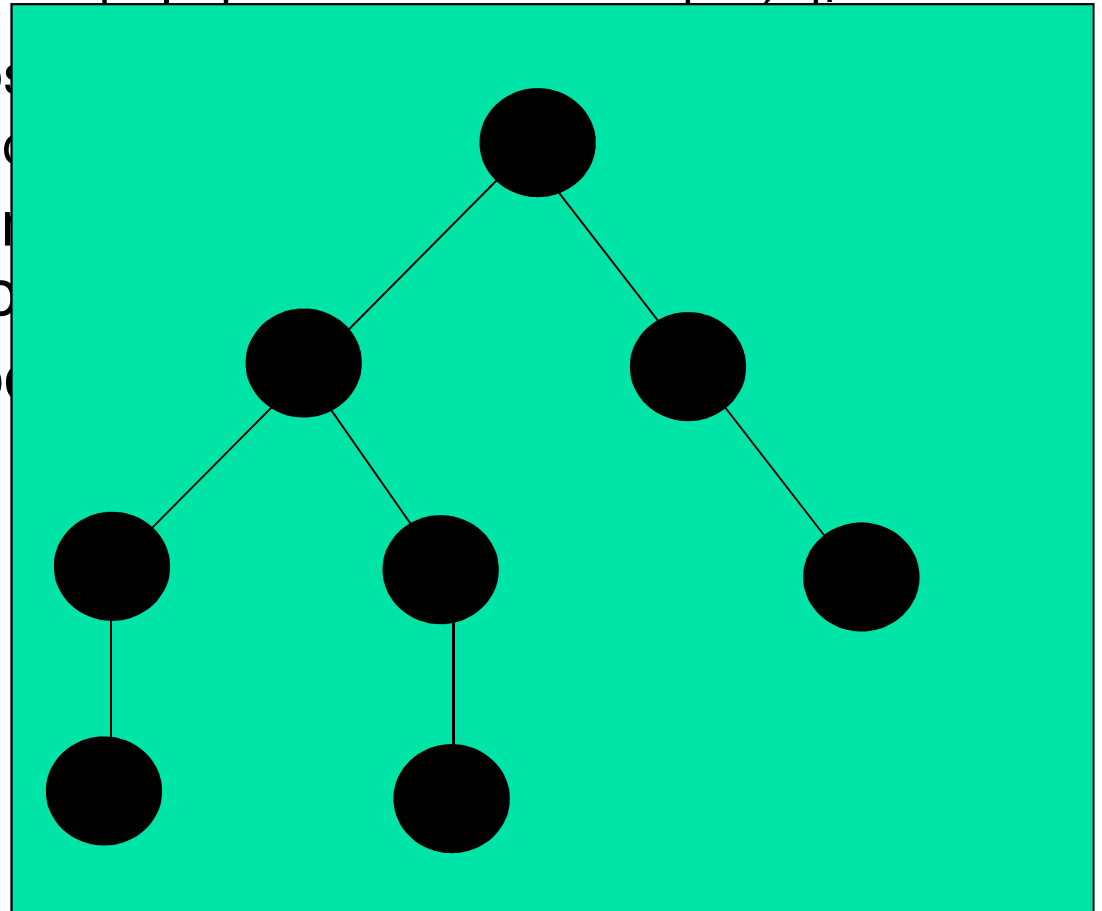


Modelo de Reeves (1983)

- Objetivo: modelar sistemas difusos, como nuvens, fumaça, água e fogo
- Porque as técnicas tradicionais de CG não são adaptadas a esses fenômenos?
- Evolução de partículas de acordo com regras algorítmicas incluindo aleatoriedade
- Porque possui componente estocástico?

Modelo de Reeves (1983)

- Vantagens [Reeves 1983]:
 - Partículas são geometricamente simples
 - Modelo procedural (poucos parâmetros)
 - O modelo é dinâmico
- As partículas podem ser organizadas em árvores contendo o mesmo tipo de partícula
- Esses sistemas podem ser executados em tempos separados



Modelo de Reeves (1983)

- Algoritmo

- Para cada quadro
 - Criar novas partículas
 - Incluí-las na hierarquia
 - Definir atributos
 - Matar partículas velhas
 - Gerar novos movimentos para as partículas
 - Gerar uma imagem

Modelo de Reeves (1983)

■ Algoritmo

- Para cada quadro
 - Criar novas partículas
 - Incluí-las na hierarquia (E)
 - Definir atributos (E)
 - Matar partículas velhas
 - Gerar novos movimentos para as partículas (E)
 - Gerar uma imagem

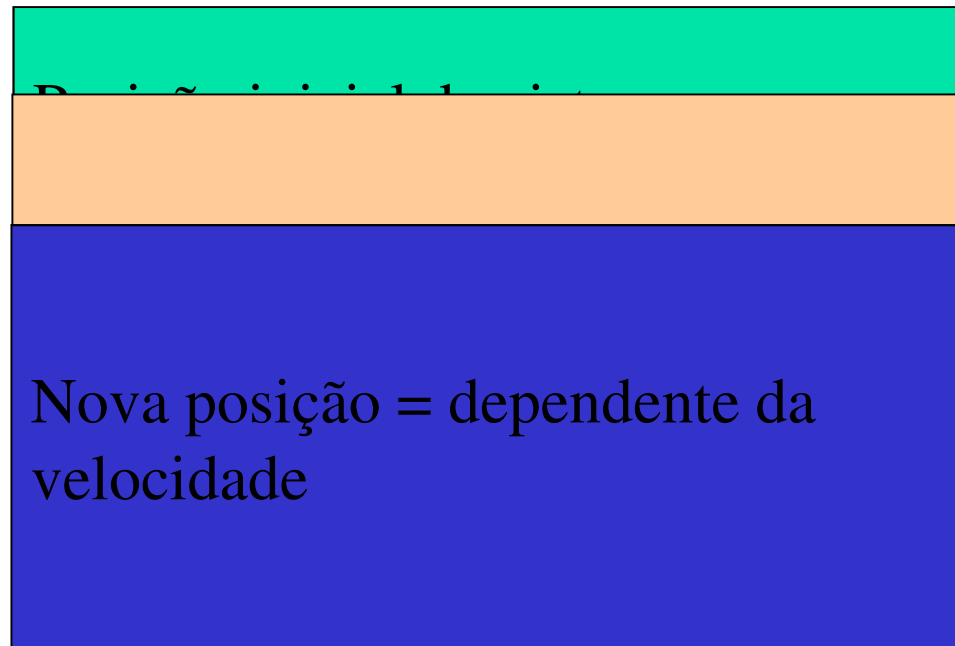
Modelo de Reeves (1983)

- (E) define parâmetros que controlam a faixa de validade dos atributos de forma, aparência e movimento
- Por exemplo: $n = m + vr$
 - n = número de partículas a serem criadas
 - m = média de valores
 - v = variância
 - r = variável aleatória distribuída no intervalo $[-1;1]$
- O usuário controla m e v

Modelo de Reeves (1983)

- Outros parâmetros:

- Posição
- Velocidade
- Forma
- Tamanho
- Cor
- Transparência
- Tempo de vida



Modelo de Reeves (1983)

- Porque uma partícula morre?
 - Tempo de vida: Seu tempo de vida acabou
 - Baixa intensidade: sua cor não pode ser vista
 - Fuga do pai (na hierarquia); sai do controle

Modelo de Reeves (1983)

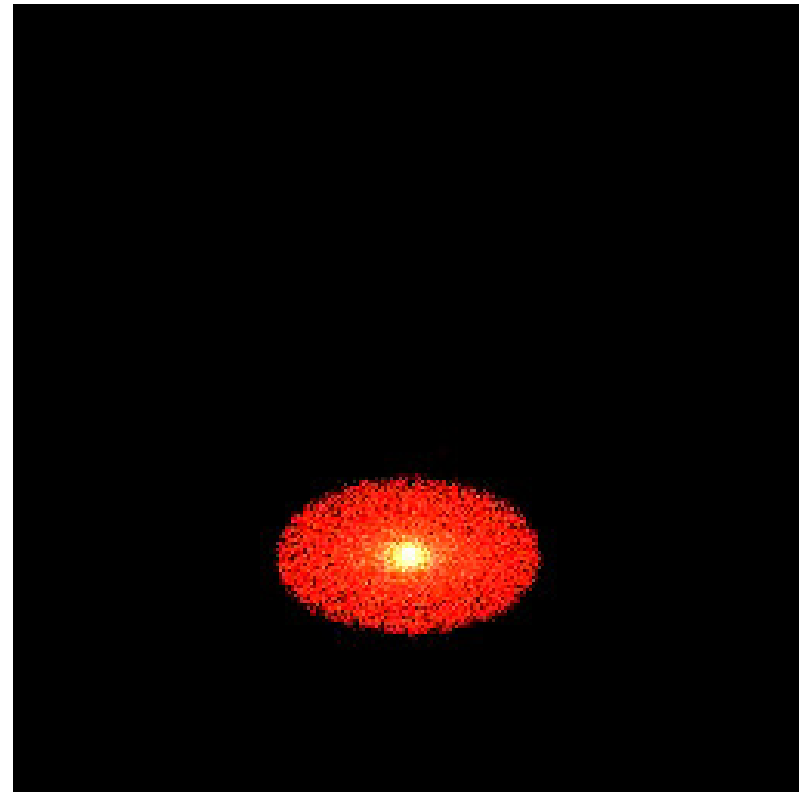
- Rendering
 - Simplificação possível:
 - Cada partícula é uma fonte pontual de luz (oclusão)
- Performance:
 - Dependendo do número de partículas a serem simuladas, não pode ser em tempo real

Exemplos

- Algoritmo de Reeves 1983
- Cada partícula é representada por um pixel na imagem gerada
- A cor de cada pixel é o resultado das cores de várias partículas que estão ativas no mesmo pixel
- 20000 partículas
- 20 a 50 frames

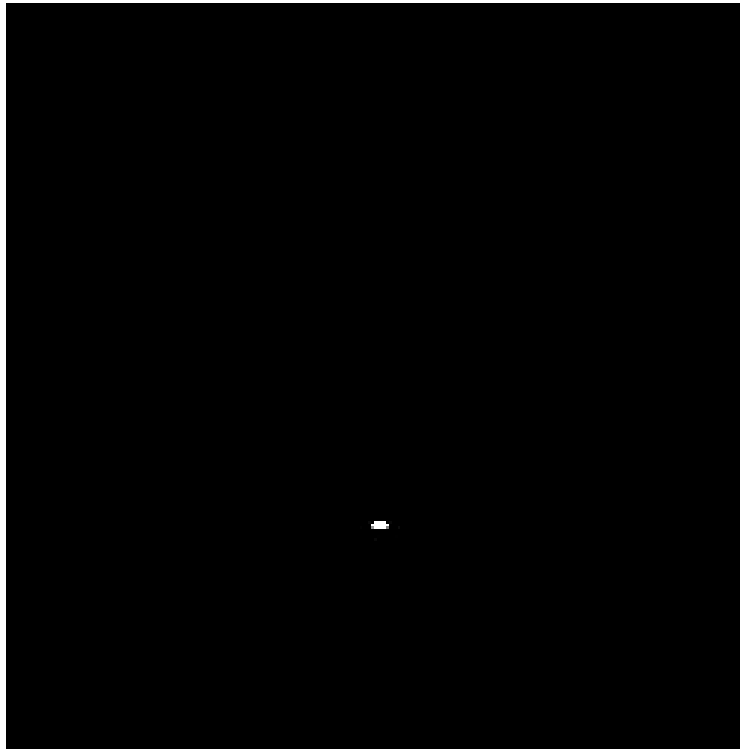
Exemplo 1

- Partículas são geradas numa estrutura em disco circular com velocidades iniciais. Quando o tempo de vida termina, elas são removidas



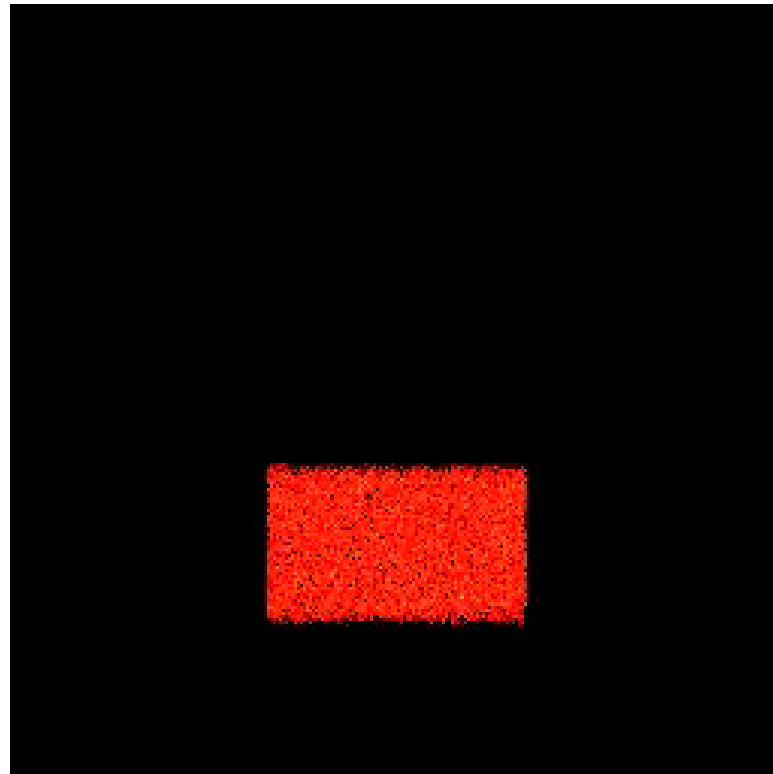
Exemplo 2

- Partículas são geradas todas próximas a um ponto no espaço com velocidades iniciais. Quando o tempo de vida termina, elas são removidas



Exemplo 3

- Partículas são geradas numa estrutura quadrada com velocidades iniciais. Quando o tempo de vida termina, elas são removidas



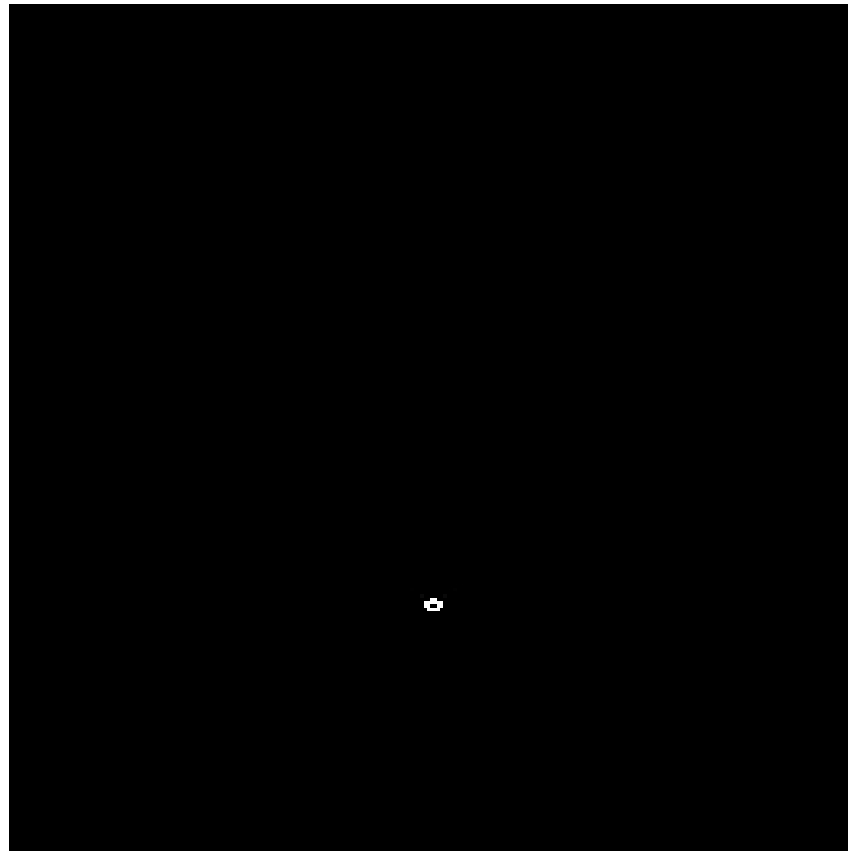
Exemplo 4

- Partículas são geradas numa estrutura toróide. Quando o tempo de vida termina, elas são removidas



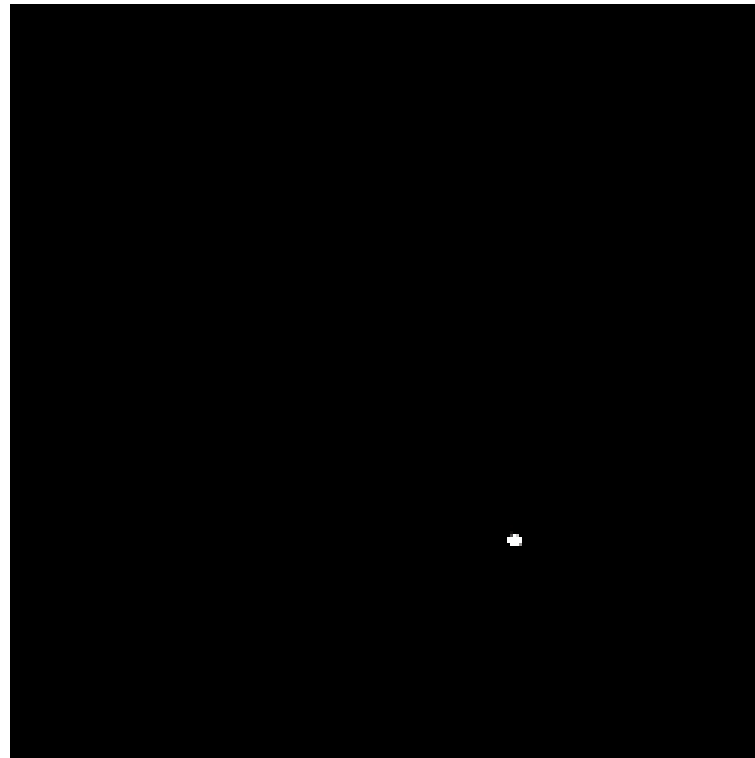
Exemplo 5

- Partículas são geradas num ponto, porém quando o tempo de vida termina, elas são reiniciadas



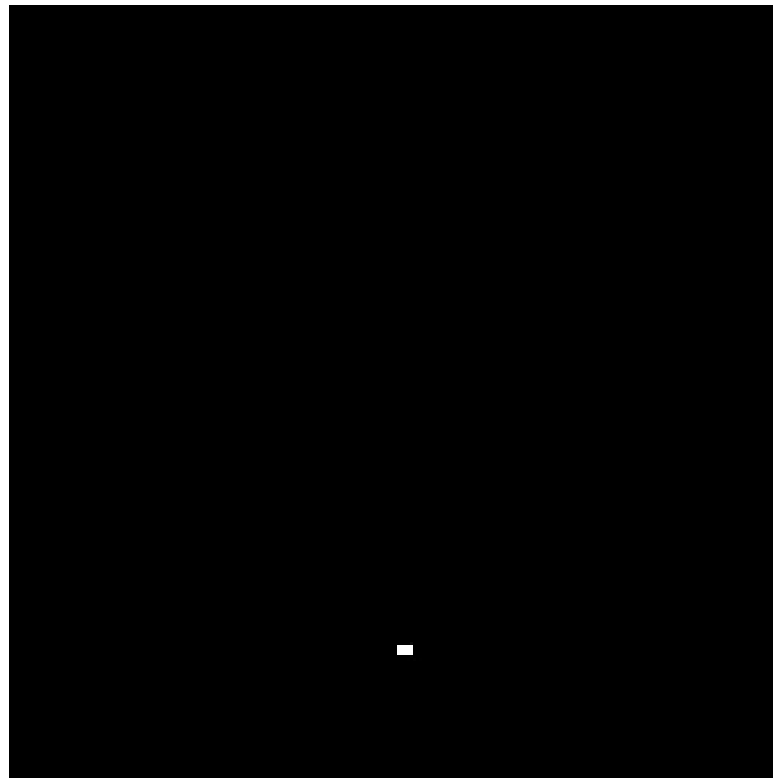
Exemplo 6

- Partículas são geradas num ponto que varia de posição e quando o tempo de vida termina, elas são reiniciadas



Exemplo 7

- Partículas são geradas em posições randômicas dentro de um quadrado. Quando terminam, não são regeneradas

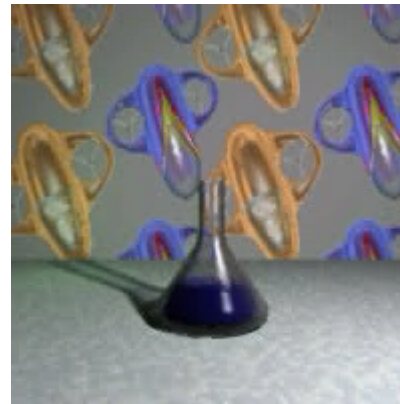


Técnicas de Modelagem

Sistemas de Partículas

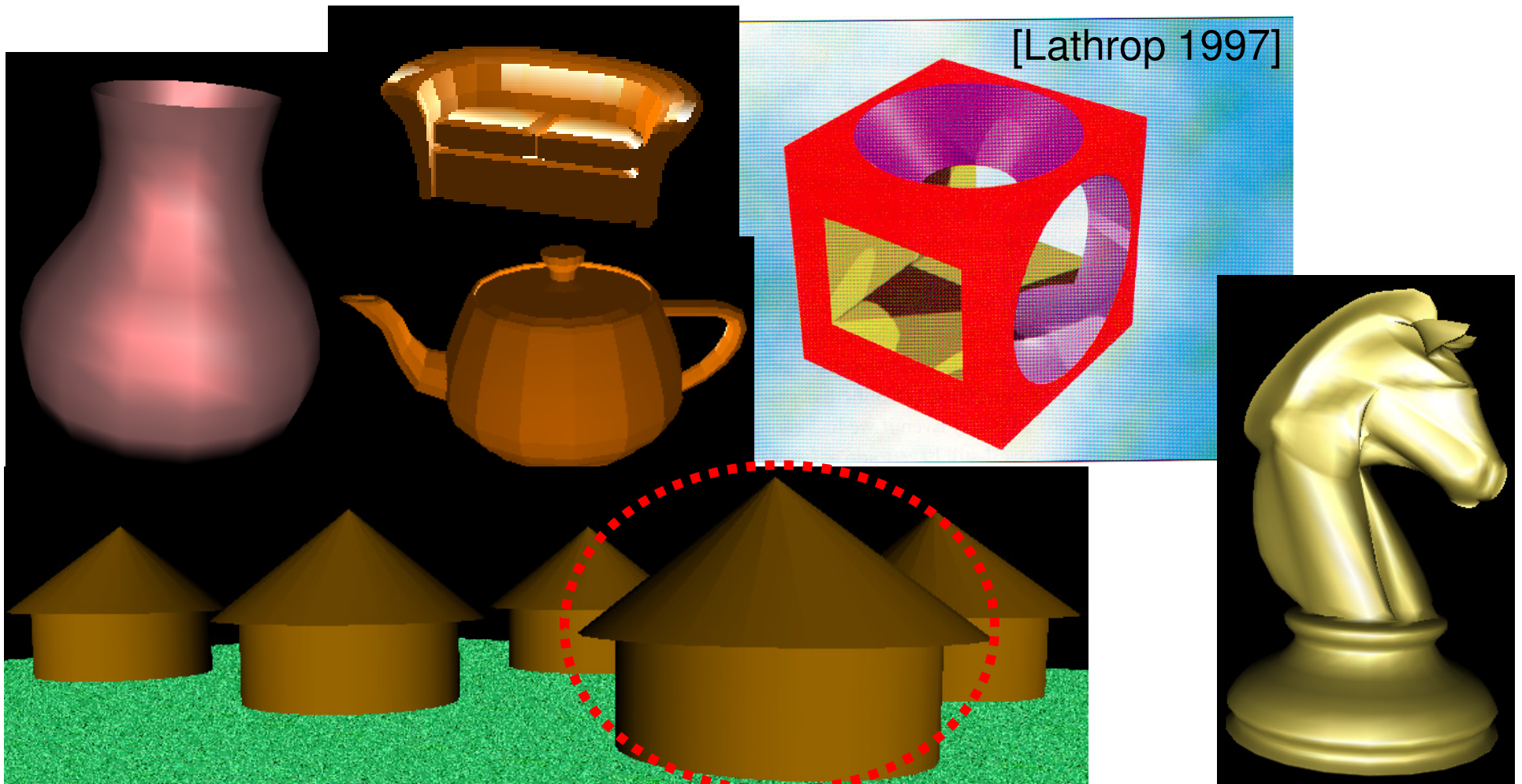
■ Exemplos

(Disponíveis em
<http://freespace.virgin.net/cole.family/gallery.html>)



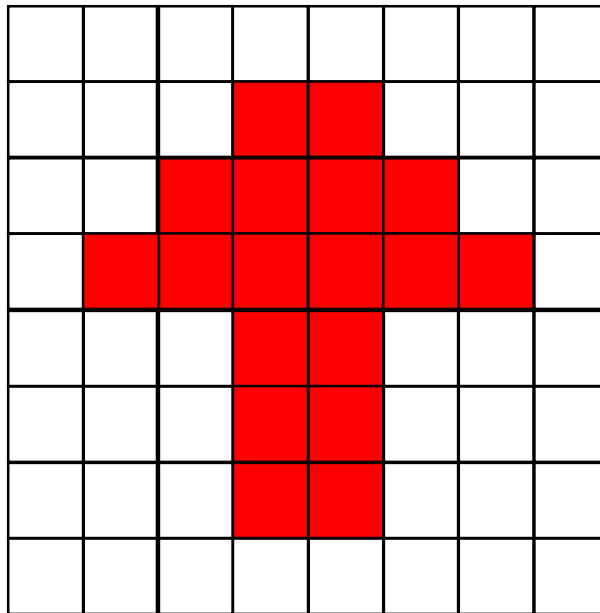
Exercícios

- Quais técnicas de representação e modelagem podem ser utilizadas para os objetos abaixo? Justifique.



Exercícios

- Crie uma *quadtree* para representar a figura abaixo. Use uma árvore com no máximo 5 níveis



Referências

- PINHO, Márcio. S. **Modelagem de Sólidos**. Disponível em <http://www.inf.pucrs.br/~pinho/CG/Aulas/Modelagem/Modelagem3D.htm>. Esta página também está disponível em <http://www.inf.pucrs.br/cg/Aulas/Modelagem/Modelagem3D.htm>.
- FOLEY, James D., et al. **Computer Graphics: Principles and Practice**. 2nd Ed., New York, Addison Wesley, 1990.
- HEARN, Donald; BAKER, M. Pauline. **Computer Graphics - C Version**. 2nd Ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1997, 652 p.
- WATT, Alan. **3D Computer graphics**. 3th Ed. Harlow: Addison-Wesley, 2000. 570 p. il.
- AMES, Andrea L.; NADEAU, David R.; MORELAND, John L. **VRML 2.0 Sourcebook**. 2nd Ed. New York: John Wiley, 1997. 654 p.
- LATHROP, Olin. **The Way Computer Graphics Works**. Wiley Computer Publishing, 1997.