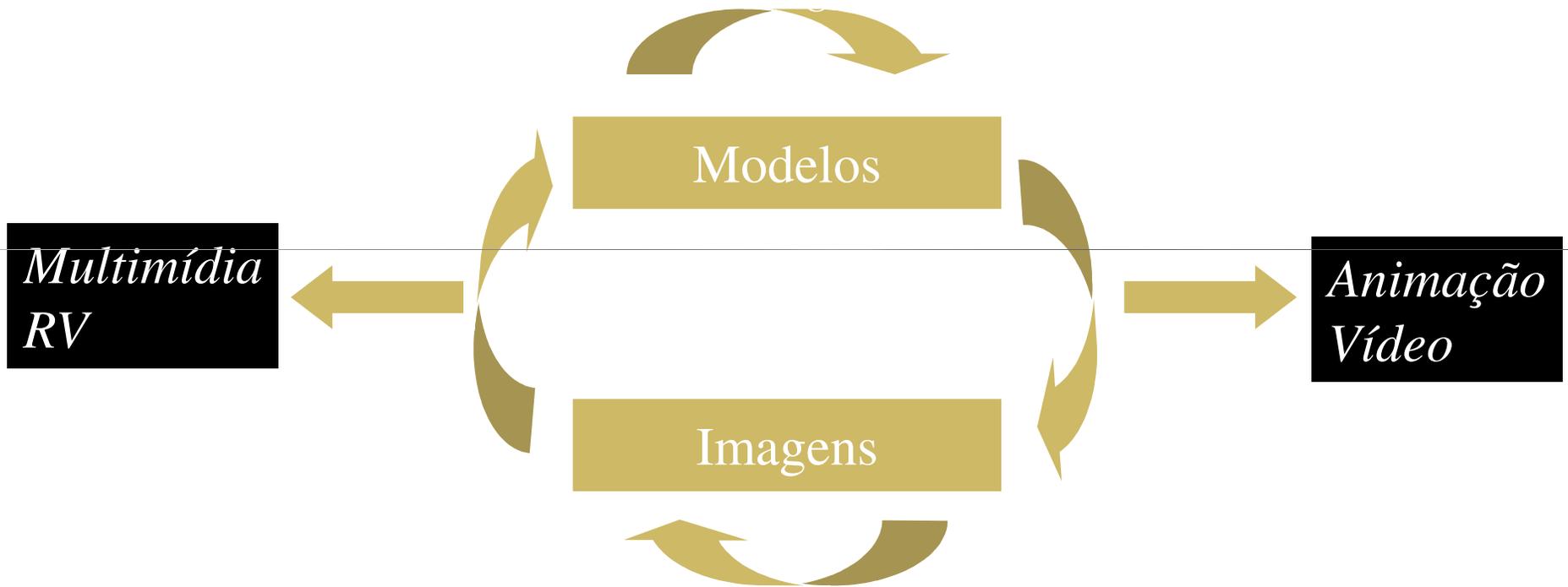


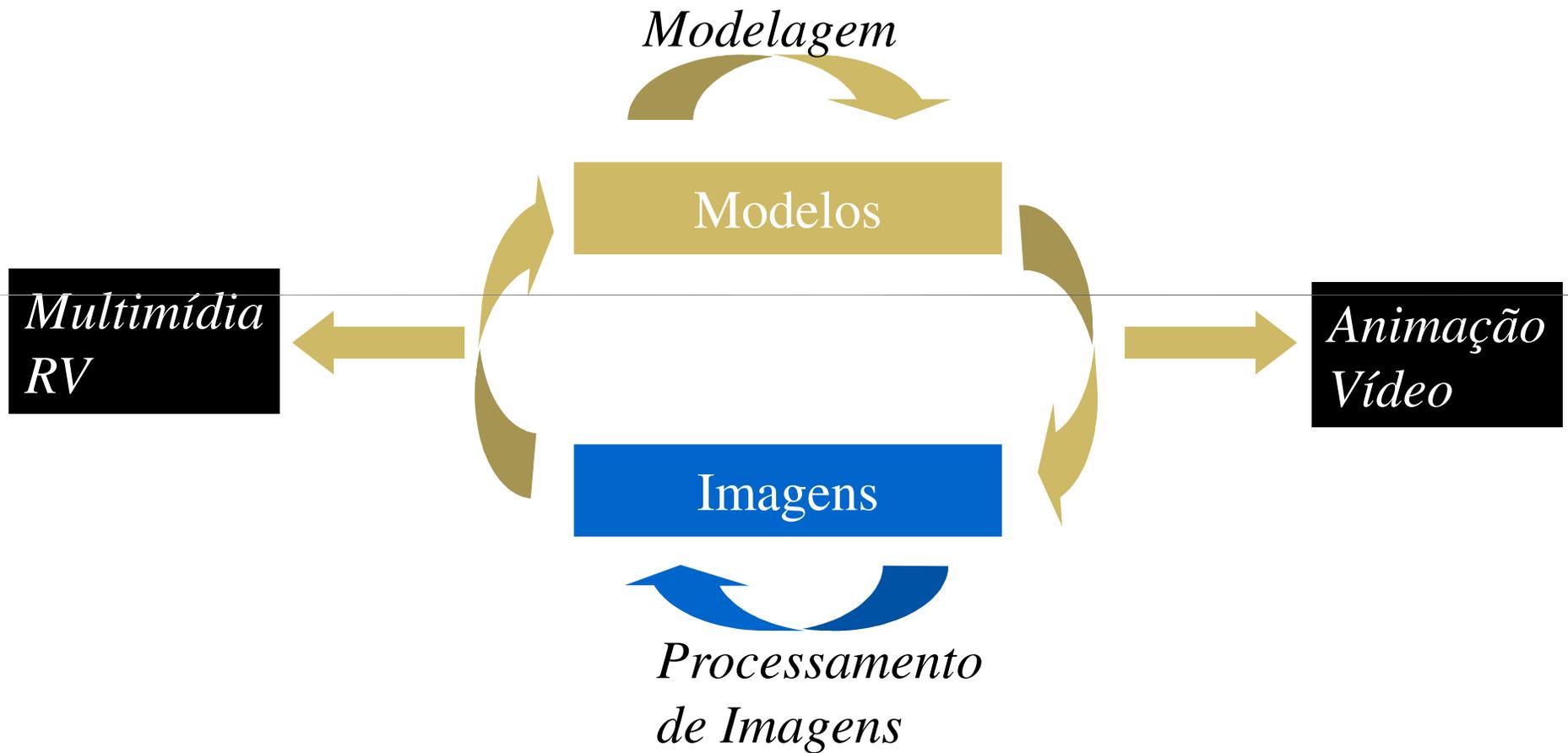
REVISÃO P1



Processamento Gráfico



Processamento de Imagens



Compressão de Imagens

Objetivo: diminuir o tamanho da imagem para facilitar o armazenamento/transmissão.

- **Compressão sem perda:** imagem reconstruída e idêntica a original. Importante no arquivamento de imagens medicas, ou de satélite.

- **Compressão com perda:** imagem reconstruída apresenta diferenças com relação a original (as vezes imperceptíveis). Uso para imagens em geral (Web, fotografias digitais, etc.)

Imagem 153 x 204



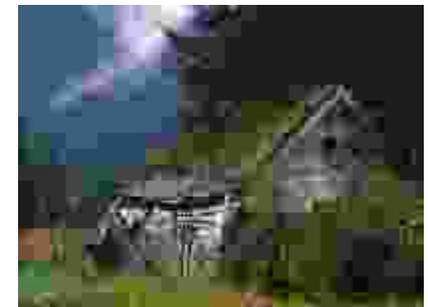
BMP (sem compressão) - 92 KB
(153 x 204 x 3 bytes)



JPEG - 6 KB



JPEG - 3 KB



JPEG - 2 KB

Visão Computacional

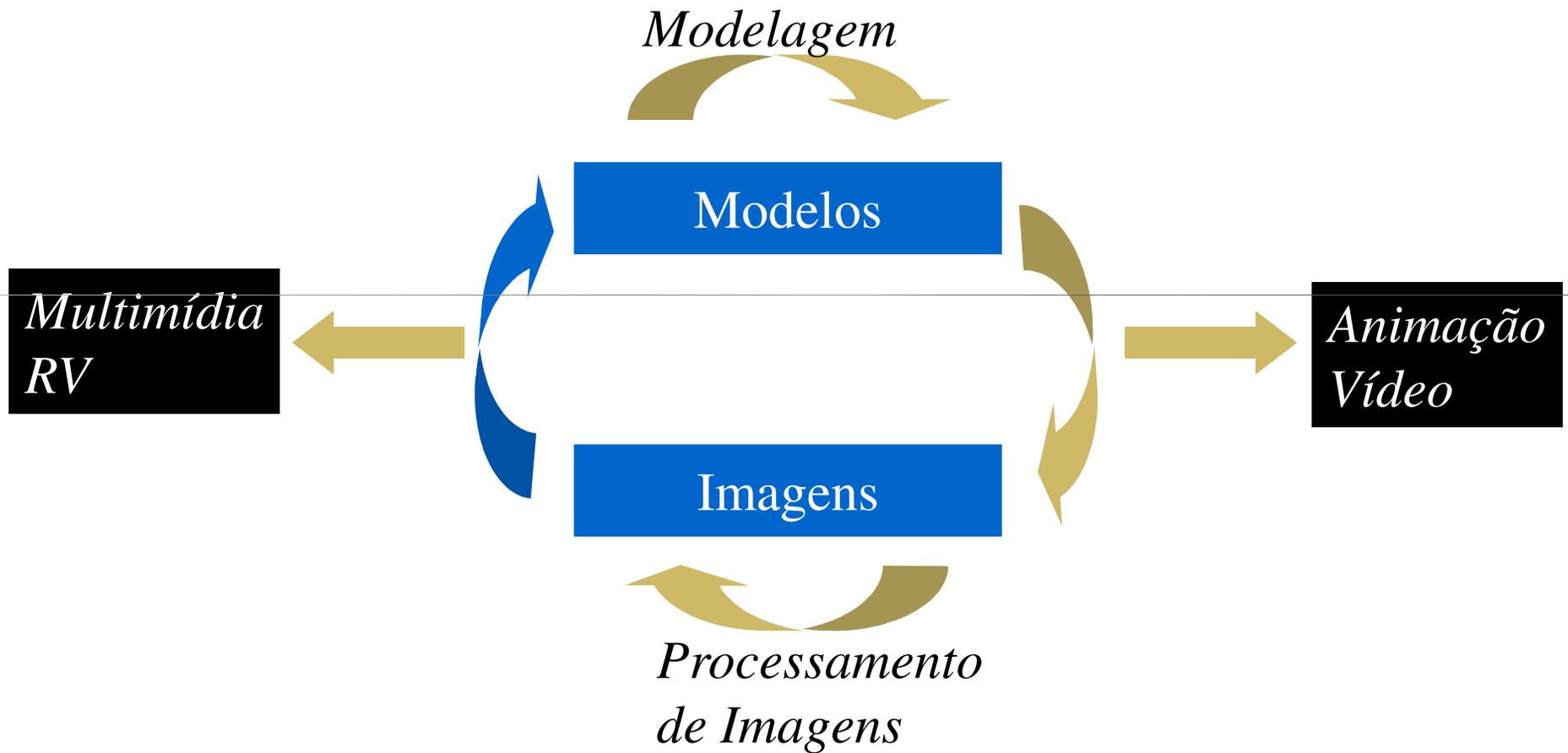


Image denoising and enhancement



Rectangle detection

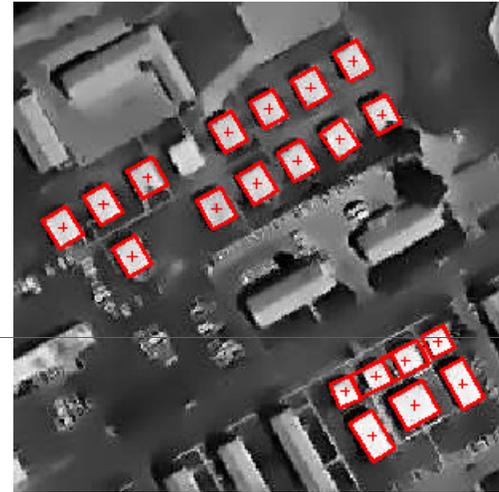
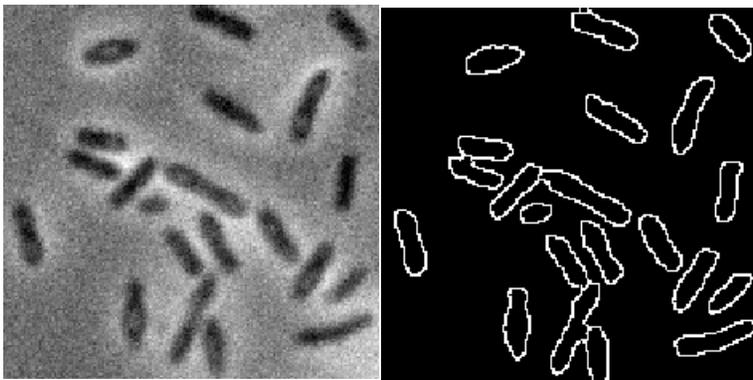


Image Segmentation



People tracking



O que é Computação Gráfica?

Dados

- Objetos
- Fontes de Luz
- Interação
- ...

IMAGEM



Temas da Computação Gráfica

Forma

Modelagem Geométrica

Aparência

Renderização

Ação

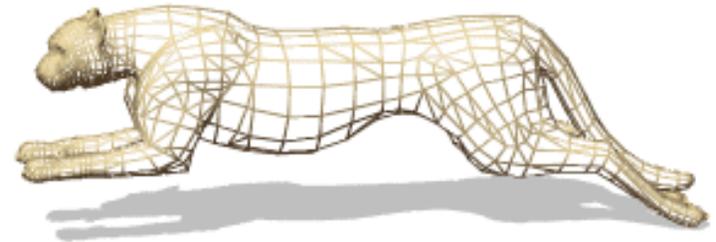
Animação

Interfaces

RV

Modelagem Geométrica

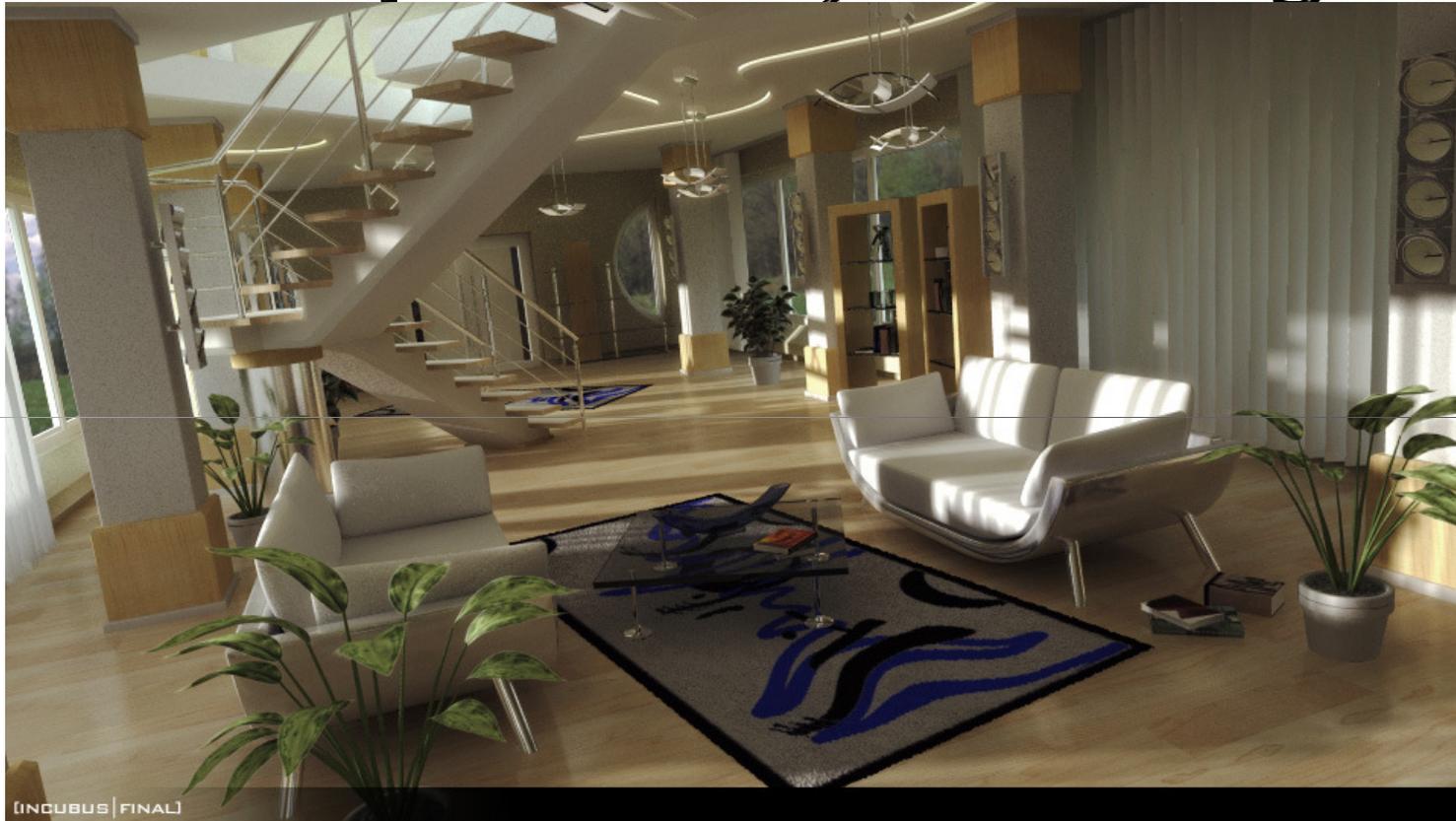
- ❑ Como criar/projetar/representar objetos
- ❑ Como representar coisas e ambientes complexos (um bicho de pelúcia é complexo?)



Renderização

- ▣ Uma imagem é uma distribuição de energia luminosa num meio bidimensional (o plano do filme fotográfico, por exemplo)
- ▣ Dados uma descrição do ambiente 3D e uma câmera virtual, calcular esta energia em pontos discretos (tirar a fotografia)
- ▣ Resolver equações de transporte de energia luminosa através do ambiente

Exemplo - Ray Tracing



Kirschner, Andre

RENDERER USED: 3d studio max

RENDER TIME: approx 6 hours 30 minutes

HARDWARE USED: AMD1600+, ti4200

Real ou Computação Gráfica?



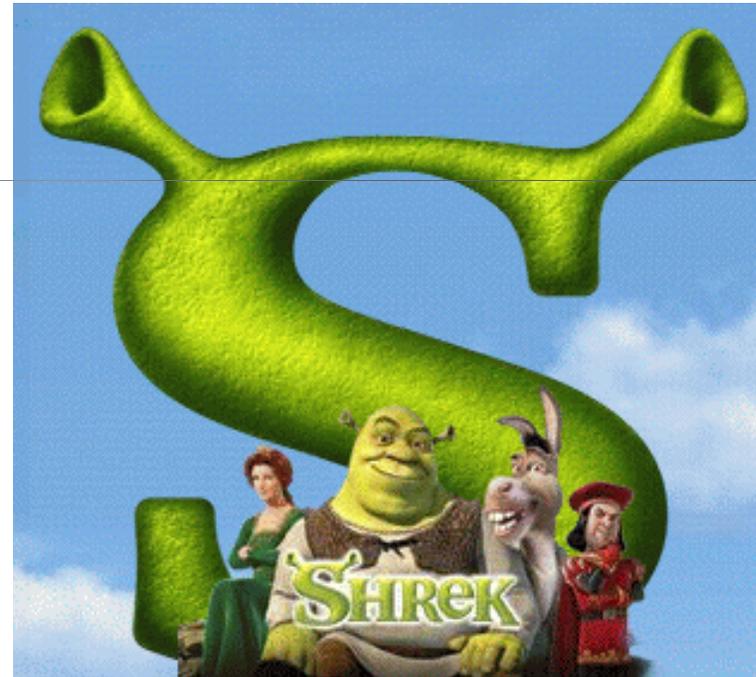
<http://www.fakeorreal.com>

Animação

- ❑ Modelar Ações dos objetos, ou seja, como objetos se MOVEM
- ❑ Como representar movimento de objetos?
- ❑ Como especificar movimento (interativamente ou através de um programa)?

- ❑ Animação Baseada em Física/regras
- ❑ Atores Autônomos
- ❑ Captura de movimento
- ❑ Onde a IA encontra

Exemplos Monstros, Shrek



MEDIA | DOWNLOADS
GALLERY | VIDEO CLIPS | TRAILERS

Princess Fiona (CAMERON DIAZ) nervously introduces her new husband Shrek (MIKE MYERS) to her parents, King Harold (JOHN CLEESE) and Queen Lillian (JULIE ANDREWS), the rulers of Far Far Away, in DreamWorks Pictures' computer-animated comedy SHREK 2.

1 2 3

THE STORY MEET THE CHARACTERS MEDIA AND DOWNLOADS FUN AND GAMES BEHIND THE FAIRYTALE

Register

HAPPILY EV... INGREDIENTS

SHREK 2
ON DVD & VIDEO
FRIDAY NOVEMBER 5TH

CLOSE

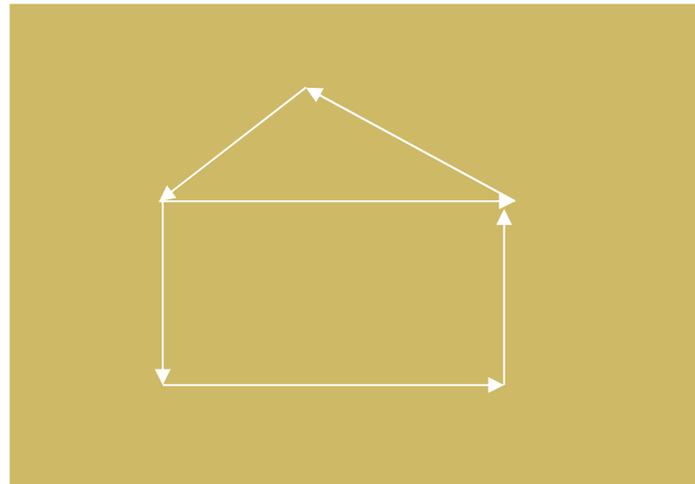
TM and © 2004 DreamWorks, LLC. All rights reserved.

Um pouco de história

- Hardware x Software
- Hardcopies devices
- (1963) Ivan Sutherland's PhD tese em sistemas de desenho
 - * Estruturas de dados para armazenar símbolos e hierarquias que são replicados (projeto de circuitos)
 - * Técnicas de interação usando teclado e light pen – fundamentando a matemática e os elementos ainda estudados hoje em dia

Tecnologia de output

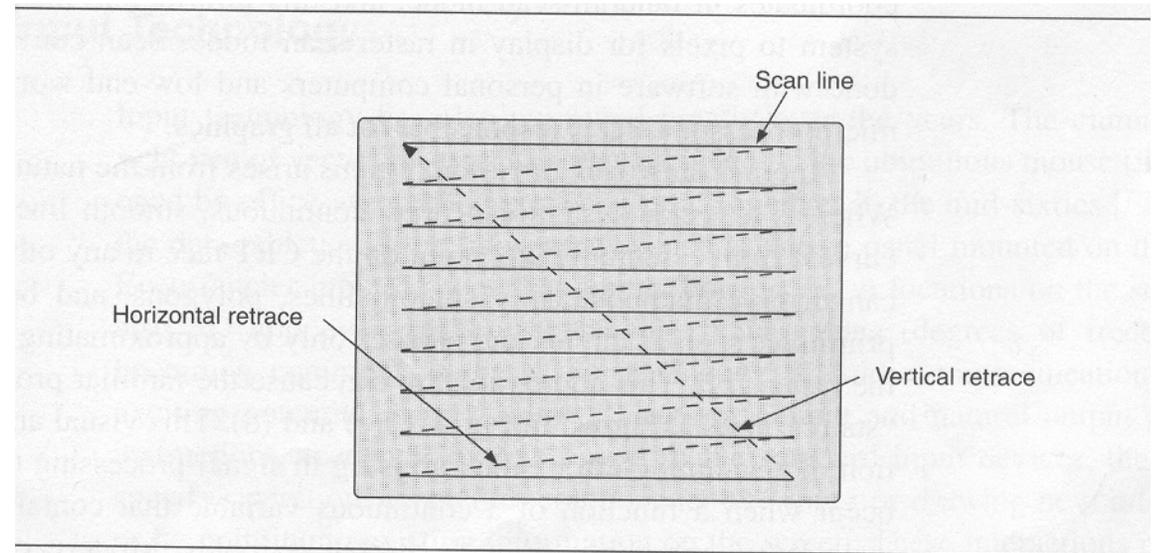
- ▣ Anos 60) Vector systems
 - Processador de display (I/O) conectado na CPU
 - Um display buffer memory
-



Tecnologia de output

- ▣ (Anos 70) Raster systems

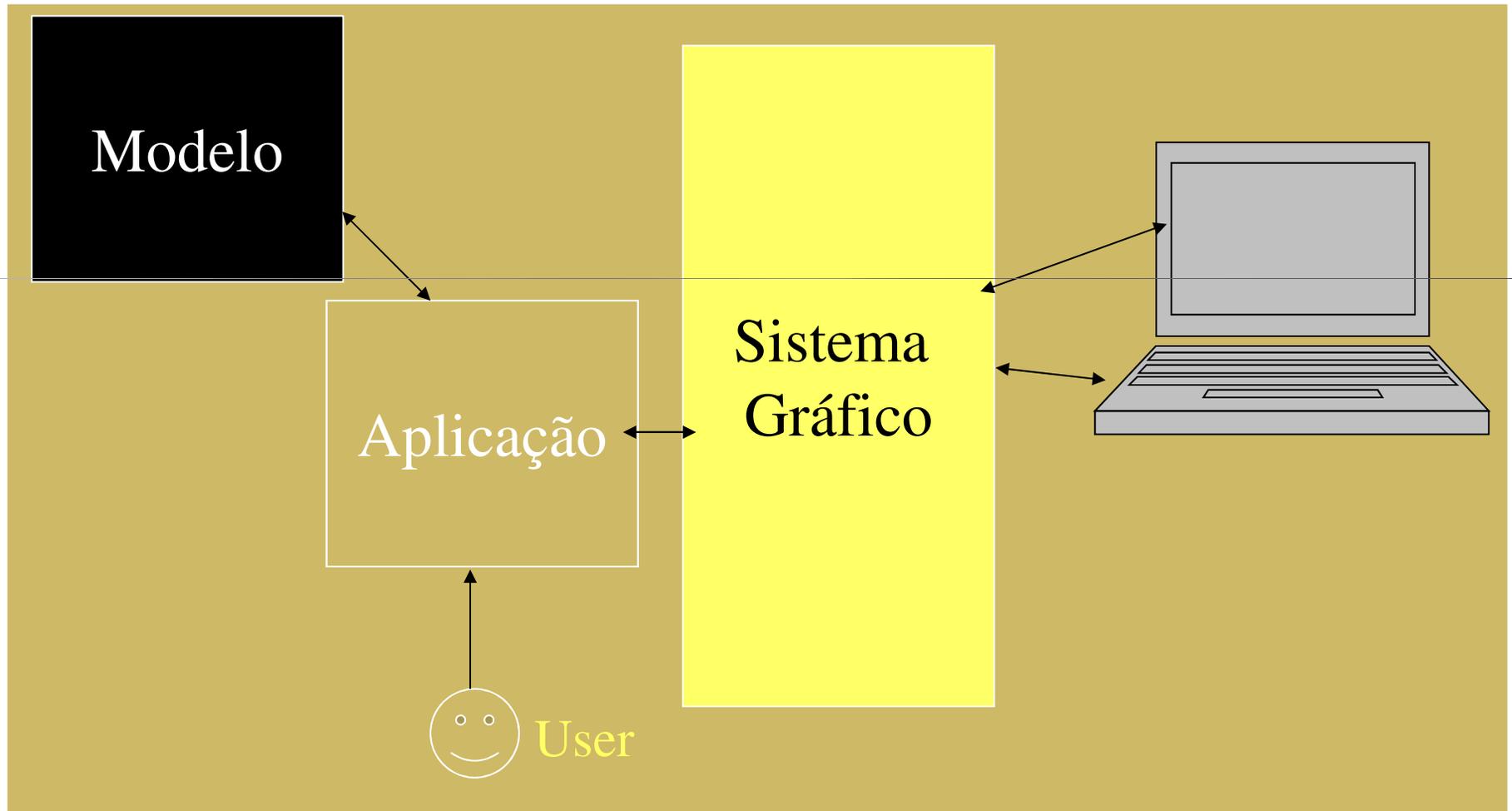
Tecnologia baseada em TV (tecnologia raster onde linhas são traçadas horizontalmente)



Tecnologia de input

- ❑ 1968 Mouse substituiu o light pen (vector systems)
 - ❑ Tecnologias de captura 2D e 3D
 - ❑ Audio, forcefeedbacks devices, etc
-

Esquema Conceitual de CG



DISPOSITIVOS



Dispositivos



- ❑ Entrada
- ❑ Saída
- ❑ Entrada/Saída (exemplo: *force feedback*)
- ❑ *Olfactory* e *Taste* (em pesquisa)
 - Sensação de olfato e gosto
 - Ainda não se conhece meios efetivos para induzir artificialmente estas sensações

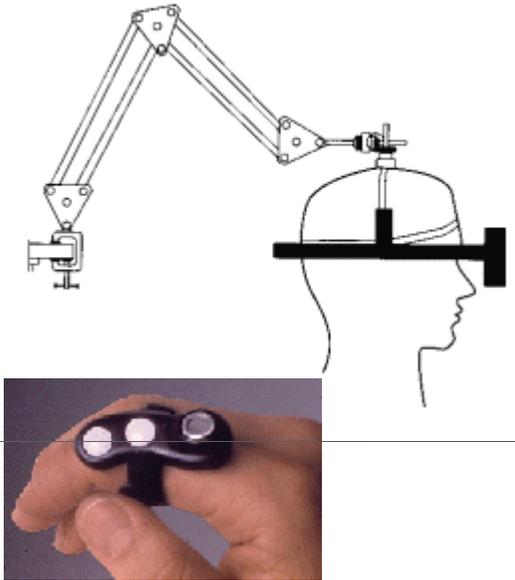
Escaneamento 3D

- a) Scanner 3D a laser de mão ligado a um braço giratório
- b) Scanner 3D a laser giratório



Dispositivos

- Tracking devices
 - Rastreadores Mecânicos
 - Rastreadores Ultrassônicos



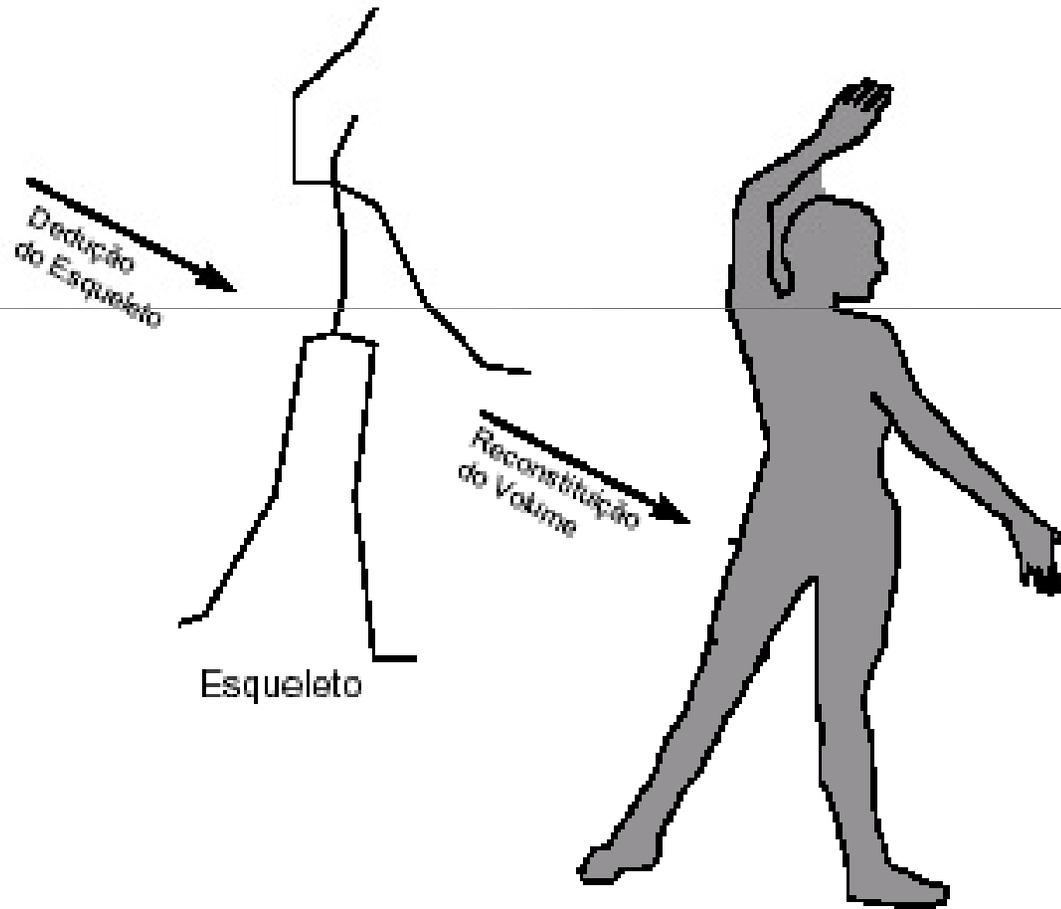
Motion Capture

- ❑ O processo de captura tem duas fases. Na primeira fase as posições espaciais dos sensores são capturadas e usadas para deduzir as posições das juntas do esqueleto do ator. Esta fase é observada e dirigida em tempo-real pelo diretor. Na segunda fase o esqueleto é revestido de volume e processos de rendering são aplicados.

MOCAP



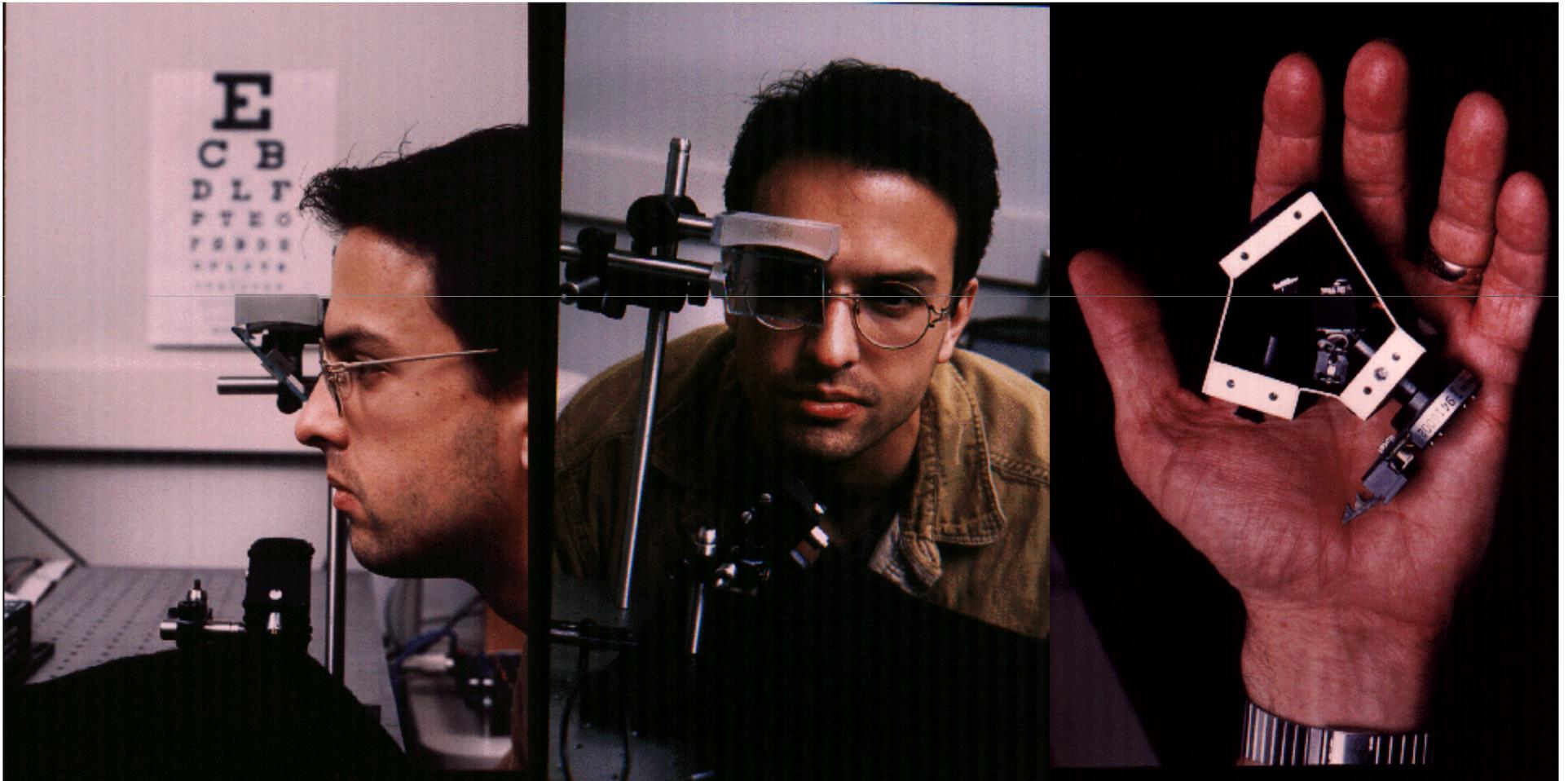
Captura



Esqueleto

Personagem Virtual

Dispositivos de RV



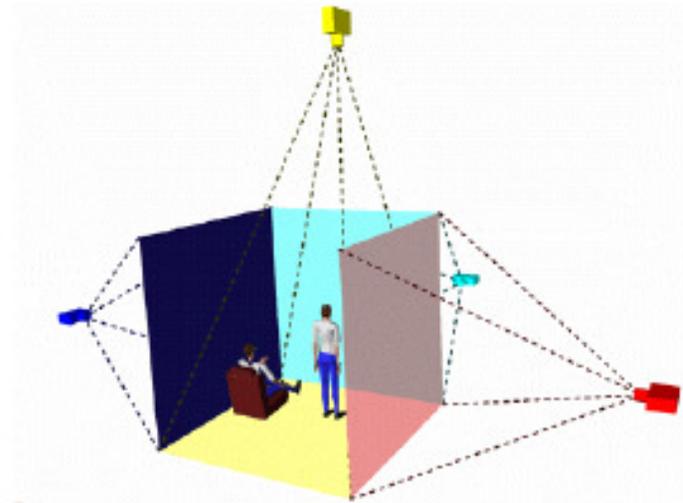
Head Mounted Displays – HMD

- ❑ Duas pequenas telas (CRT x LCD)
 - ❑ Imagens mono ou estéreo
 - ❑ **Pode** incluir fone de ouvido
 - ❑ **Pode** vir com um rastreador de posição para capturar o movimento da cabeça
-



CAVE

- ▣ Sala com projeções nas paredes (a projeção vem do lado de fora)

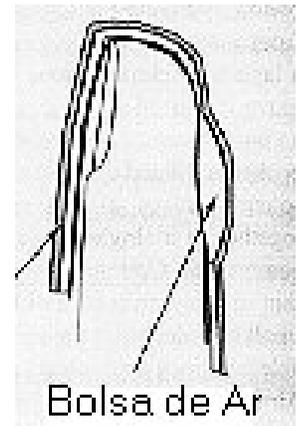


Dispositivos de E/S: Geradores de Sensação de Tato e de Força

- Haptic devices:

 - touch feedback (tato: textura, geometria da superfície, temperatura)

 - force feedback (peso, maciez ou dureza da superfície)



MATEMÁTICA PARA CG

Nesta aula nós vimos..

- ▣ Introdução
 - ▣ Revisão Matemática
 - Vetores
 - Matrizes
-

Algoritmos de rasterização para primitivas 2D

Objetivo:

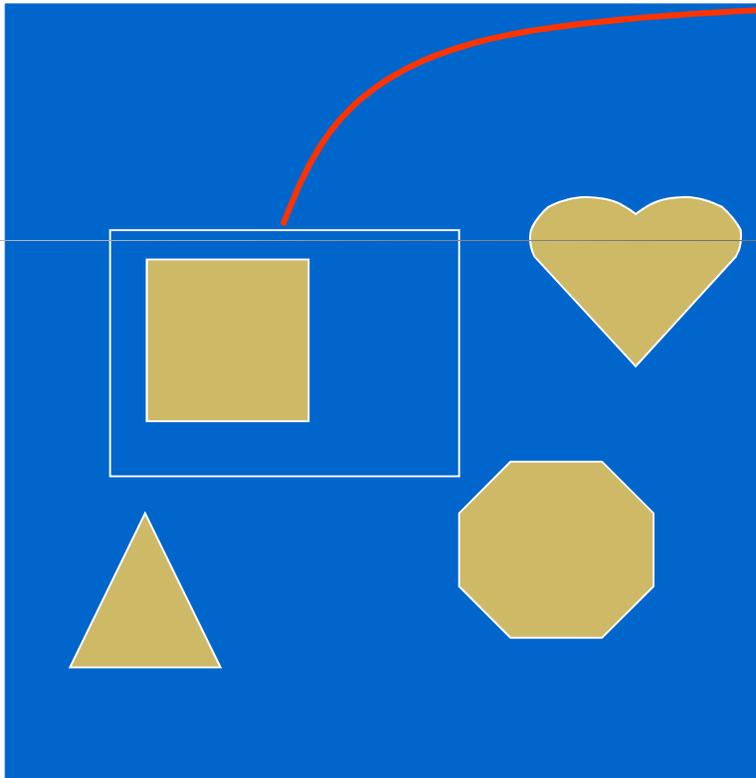
Aproximar primitivas matemáticas descritas através de vértices por meio de um conjunto de pixels de determinada cor

Modelo 2D

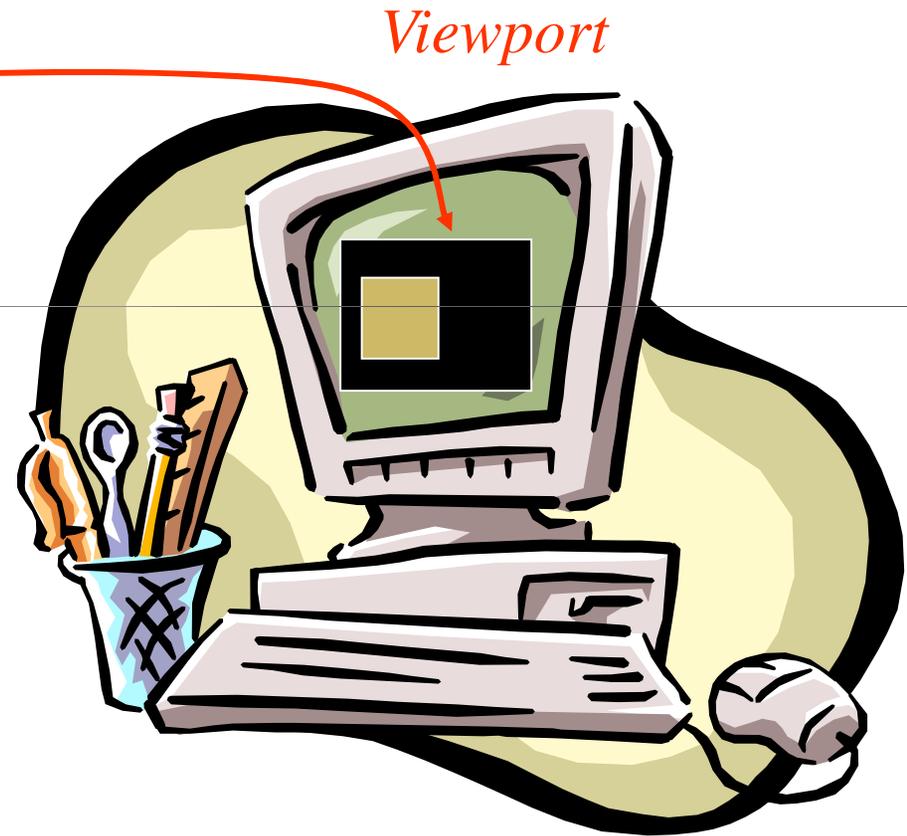
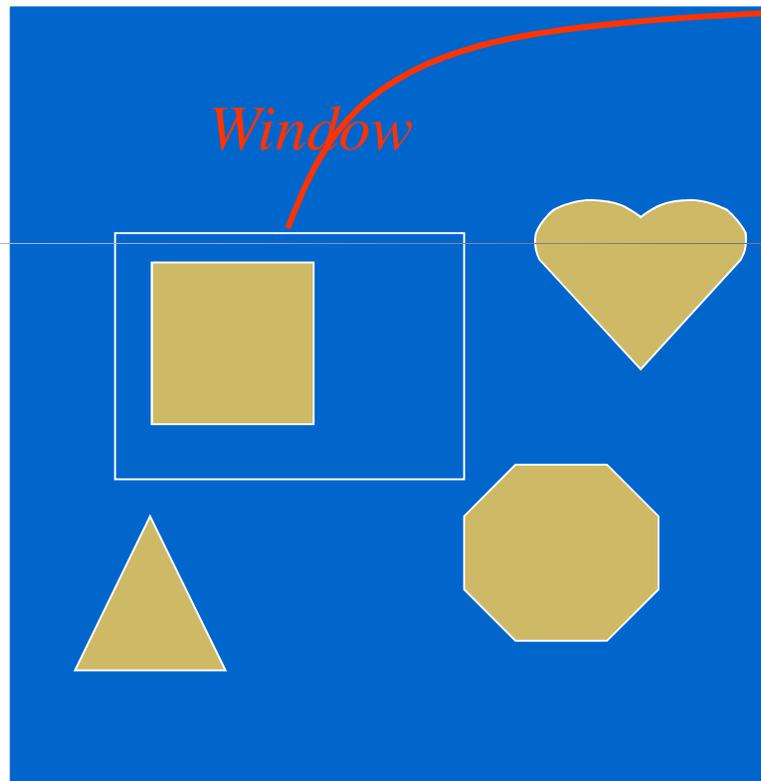
Display



Pipeline de visualização 2D



Pipeline de visualização 2D



SR 's 2D

- ▣ SRO

- ▣ SRU

- ▣ SRW

(recorte 2D)

- ▣ SRV

- ▣ SRD

Pipeline de visualização 2D

$$\text{Window}_{vi} \text{SRU} = (1,7)$$

$$\text{Window}_{vf} \text{SRU} = (5,11)$$

$$T_{\text{SRU-SRW}=0} - \text{Window}_{vi} \text{SRW}$$

$$T_{\text{SRU-SRW}x} = -1$$

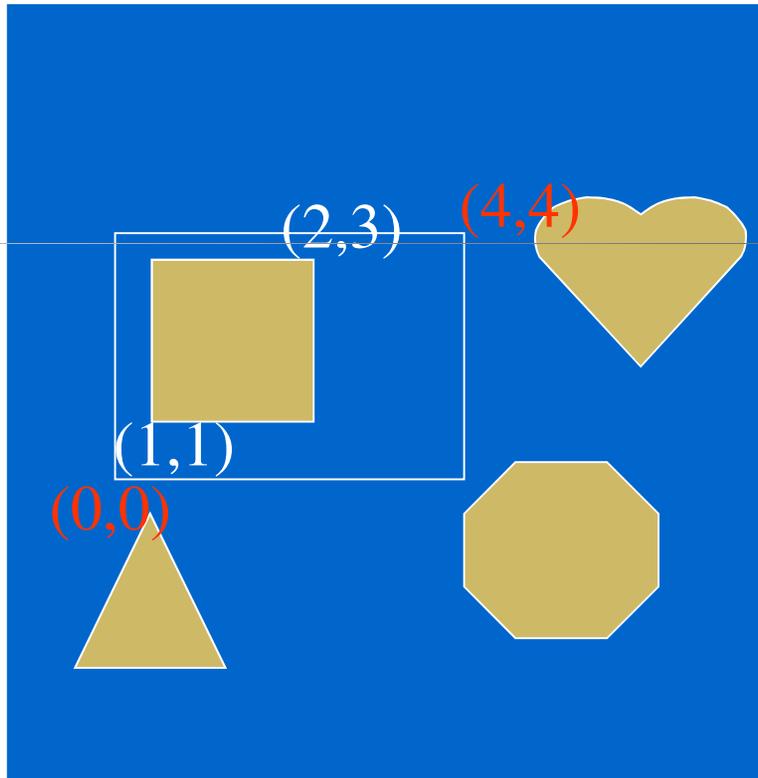
$$T_{\text{SRU-SRW}y} = -7$$

$$\text{Window}_{vi} \text{SRW} = (0,0)$$

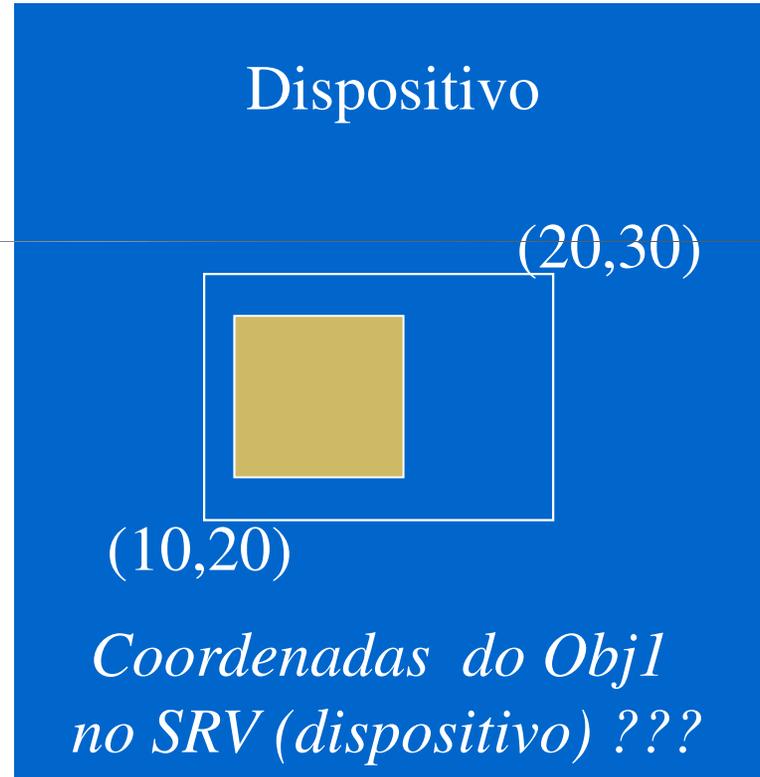
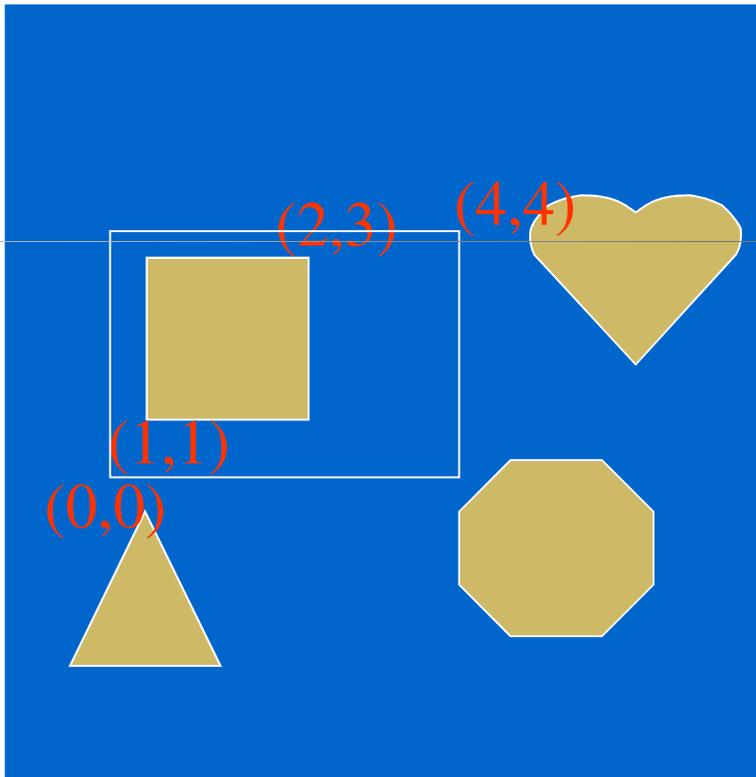
$$\text{Window}_{vf} \text{SRW} = (4,4)$$

$$\text{Obj1}_{vi} \text{Window} = (1,1)$$

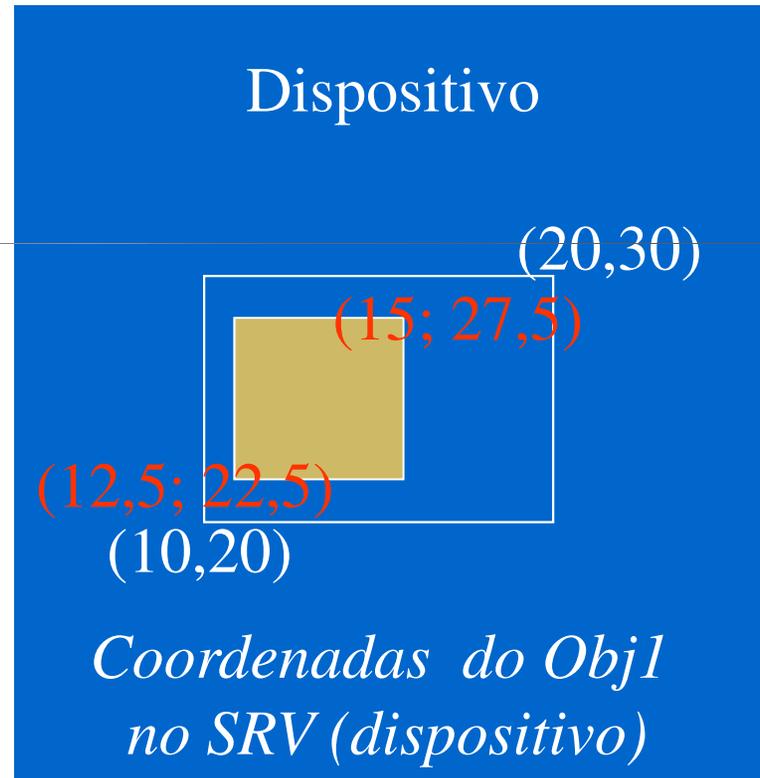
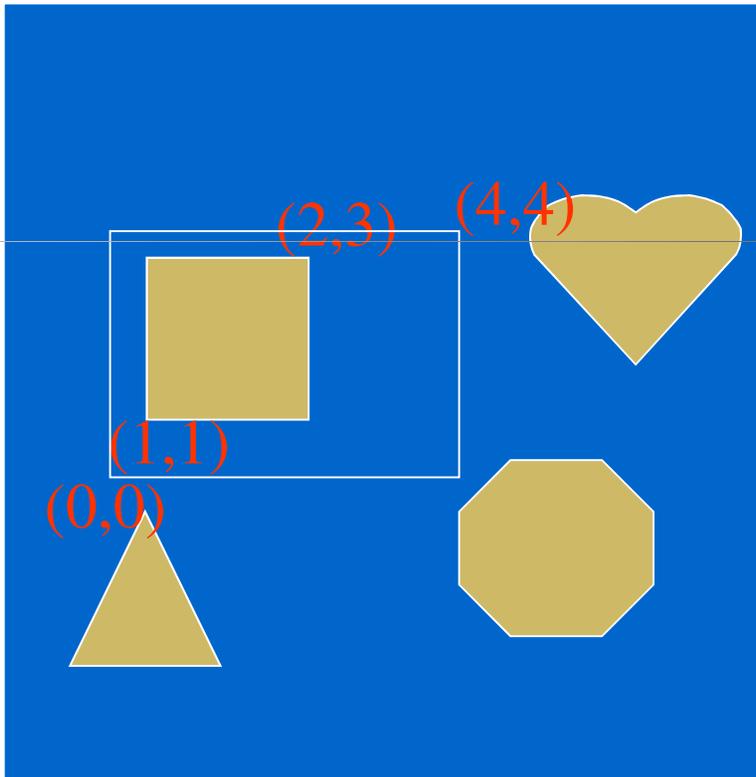
$$\text{Obj1}_{vf} \text{Window} = (2,3)$$



Pipeline de visualização 2D

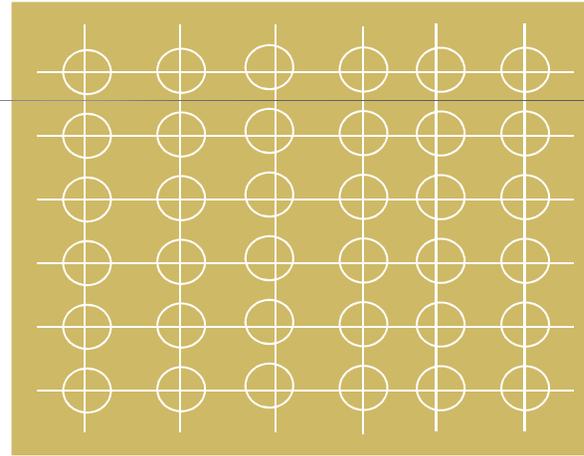
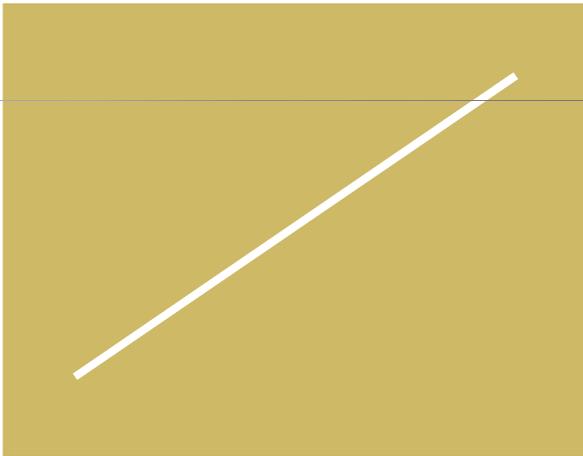


Mapeamento:



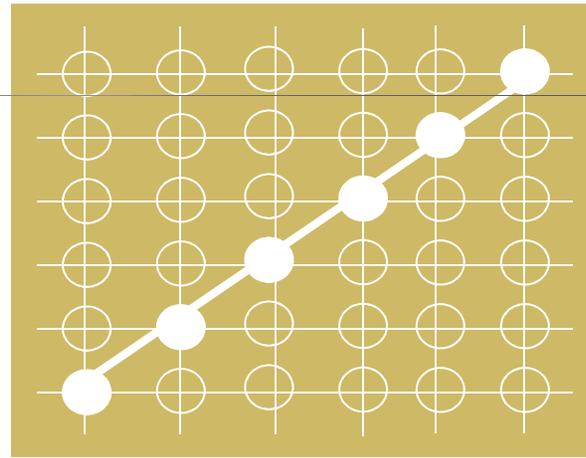
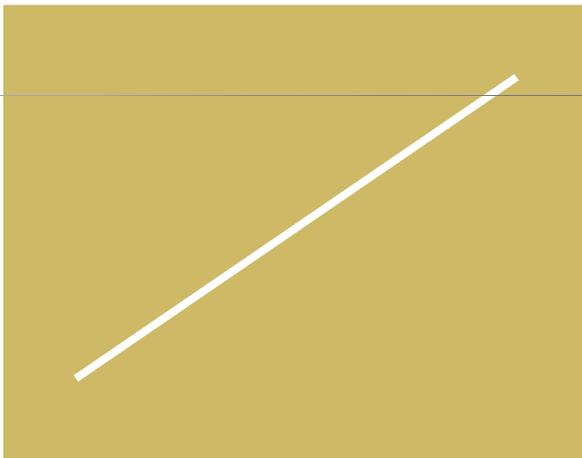
Algoritmos de rasterização

- ▣ Algoritmos de varredura



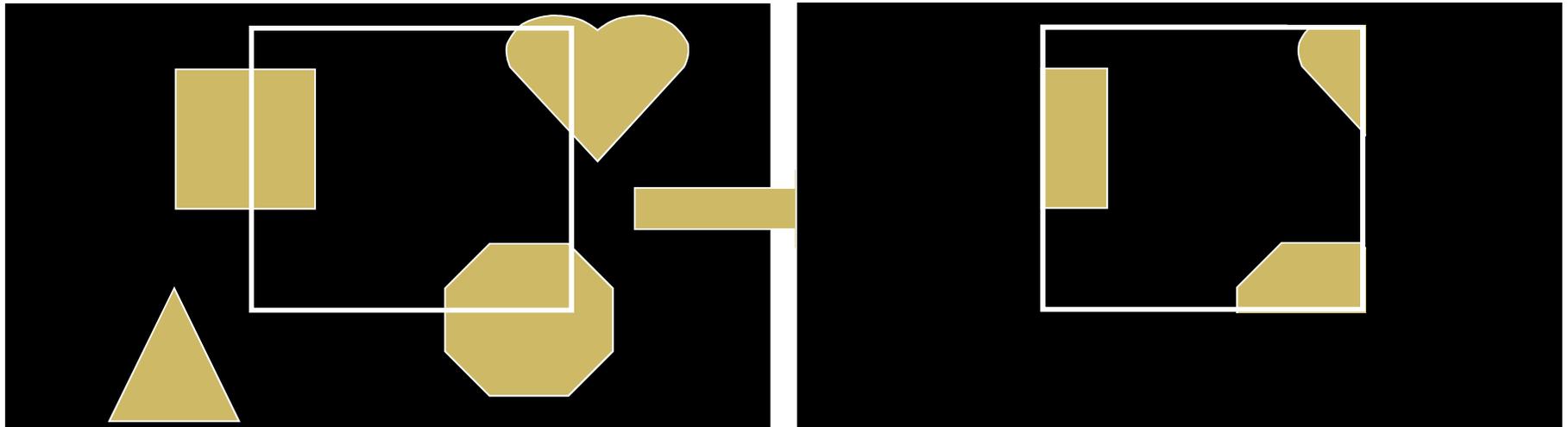
Algoritmos de rasterização

- ▣ Algoritmos de varredura



Algoritmos de rasterização

- ❑ Algoritmos de varredura
- ❑ Algoritmos de recorte



Algoritmos de varredura

- ▣ Bresenham – Algoritmo do ponto médio
 - Atrativo porque usa somente operações aritméticas (não usa round ou floor)
 - É incremental
-

Algoritmos de varredura

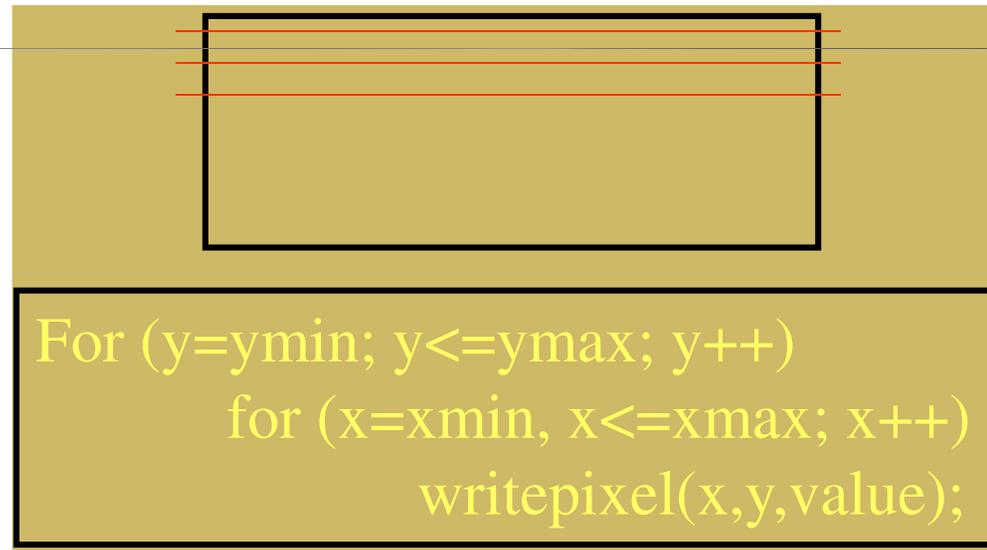
- ▣ Algoritmos para preenchimento. Dois problemas:

Decisão de qual pixel preencher

Decisão de qual valor preencher

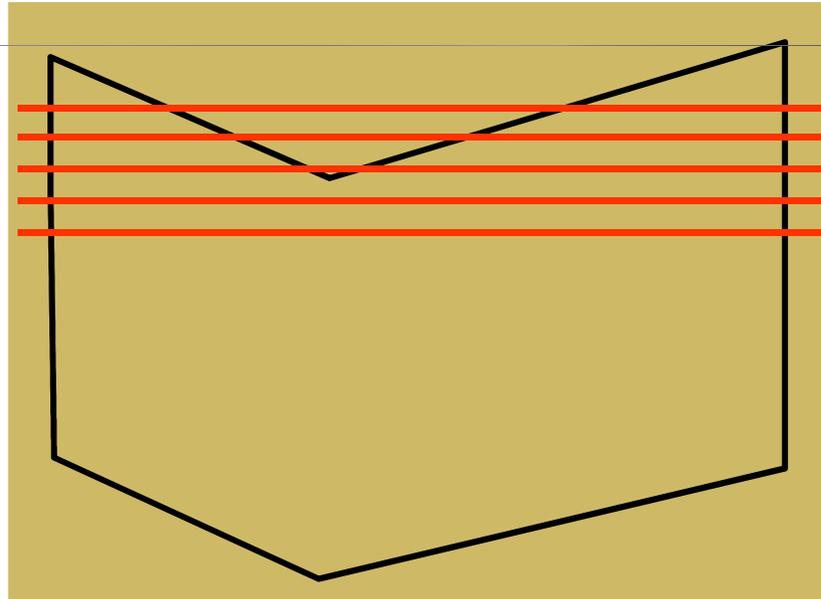
Algoritmos de varredura

- Algoritmos para preenchimento: Retângulo



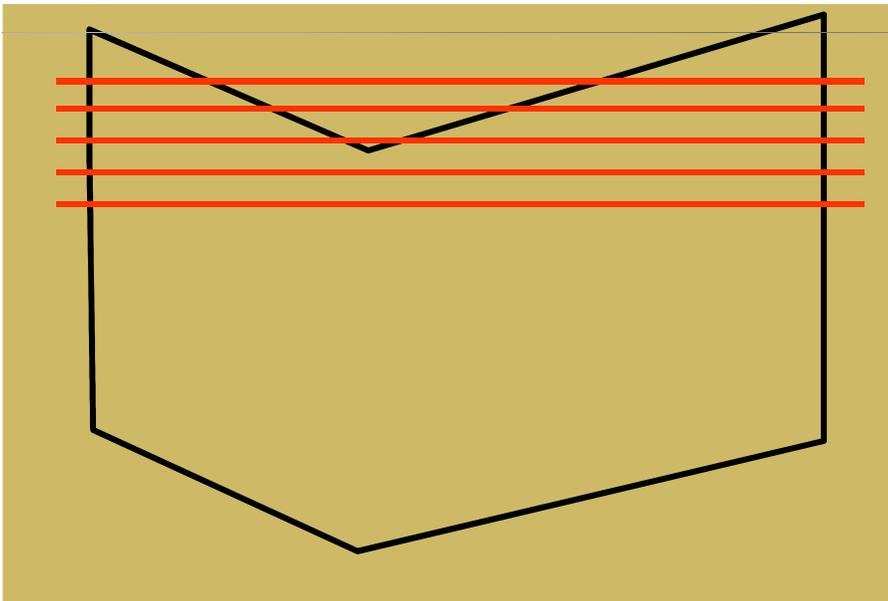
Algoritmos de varredura

- Algoritmos para preenchimento: Polígonos convexos ou não



Algoritmos de varredura

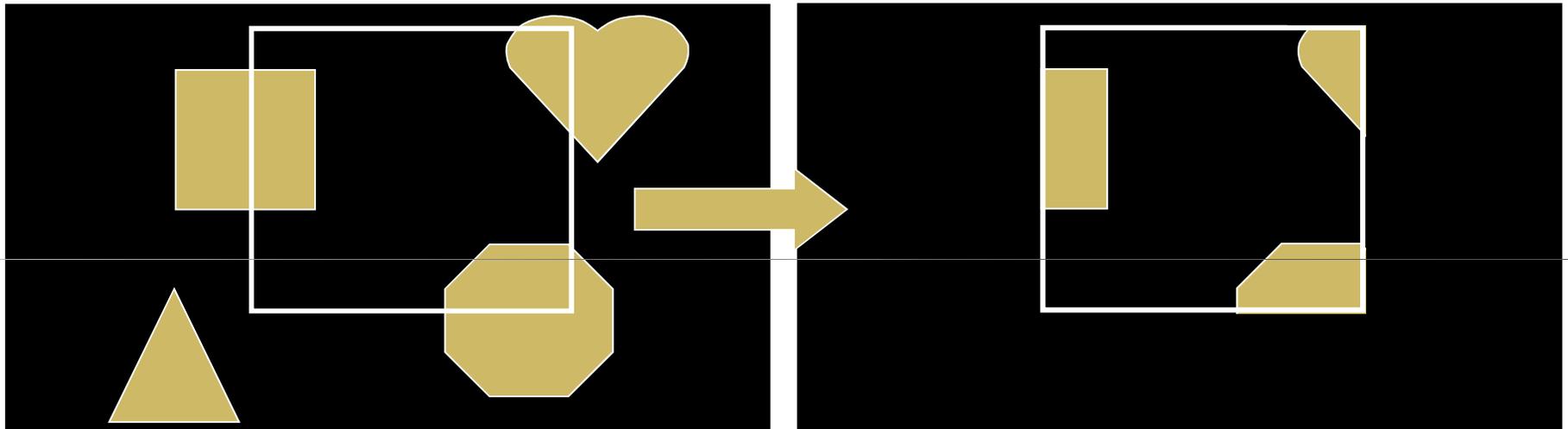
- Algoritmos para preenchimento: Polígonos convexos ou não



Passos:

- 1) Encontrar as intersecções da scan line com as arestas do polígono
- 2) Ordenar as intersecções
- 3) Preencher os pixels entre 2 intersecções (regra de paridade que inicia em par, muda quando encontra uma intersecção e escreve quando é impar)

Algoritmos de recorte



Objetivo: otimização das estruturas a serem desenhadas no dispositivo

Trata o recorte contra as linhas da janela de seleção (retângulo)

Algoritmos de recorte

Algoritmo de Cohen-Sutherland

1001

1000

1010

0001

0000

0010

0101

0100

0110

Algoritmos de recorte

Algoritmo de Cohen-Sutherland

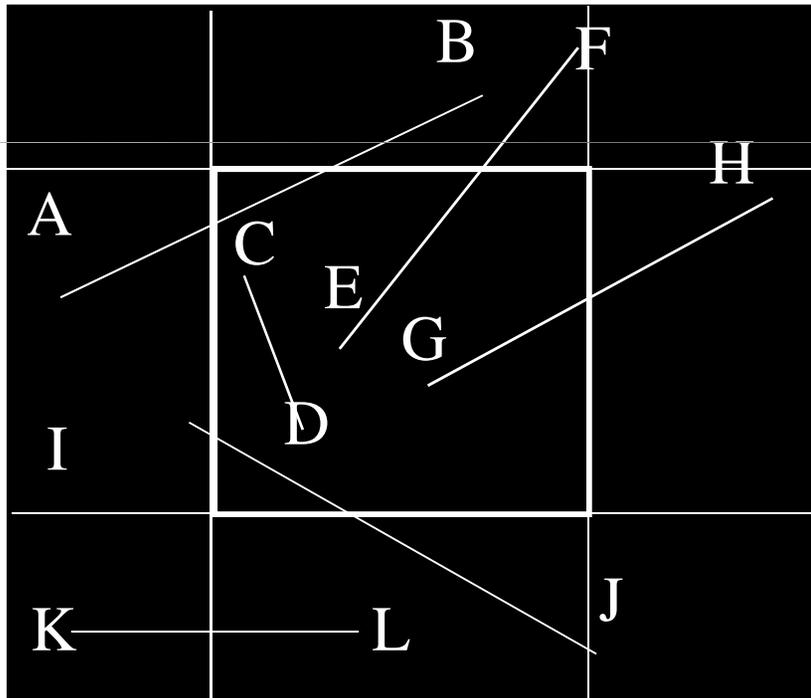
If $y > y_f$ → seta primeiro bit em 1

If $y < y_i$ → seta segundo bit em 1

If $x > x_f$ → seta terceiro bit em 1

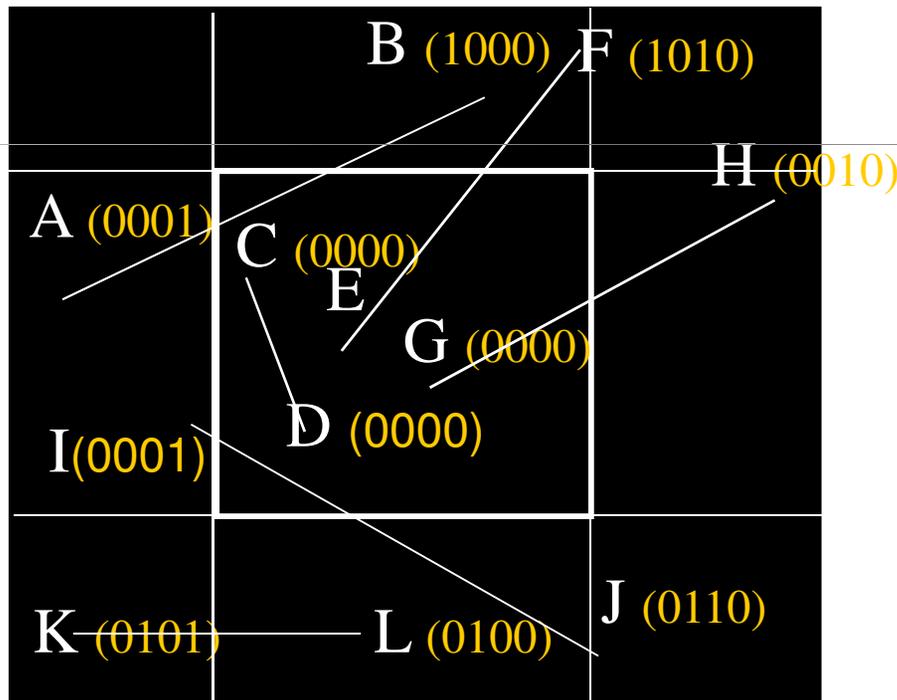
If $x < x_i$ → seta quarto bit em 1

Algoritmos de recorte



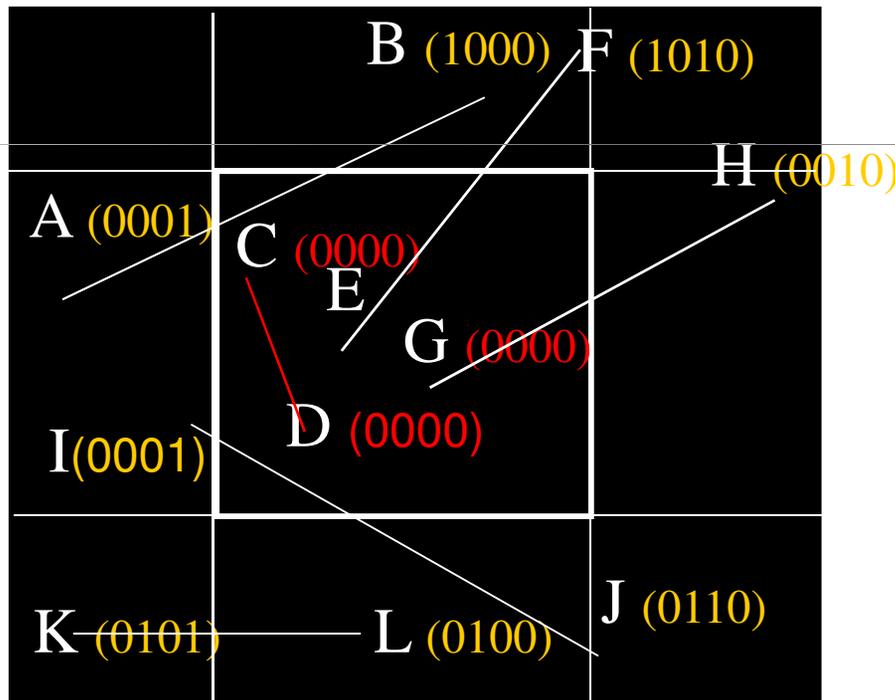
- Bit codes dos pontos?
- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos?
- Como devem ser os bit codes das arestas trivialmente recusadas?
- O que fazer com os que não são nem aceitos nem recusados?

Algoritmos de recorte



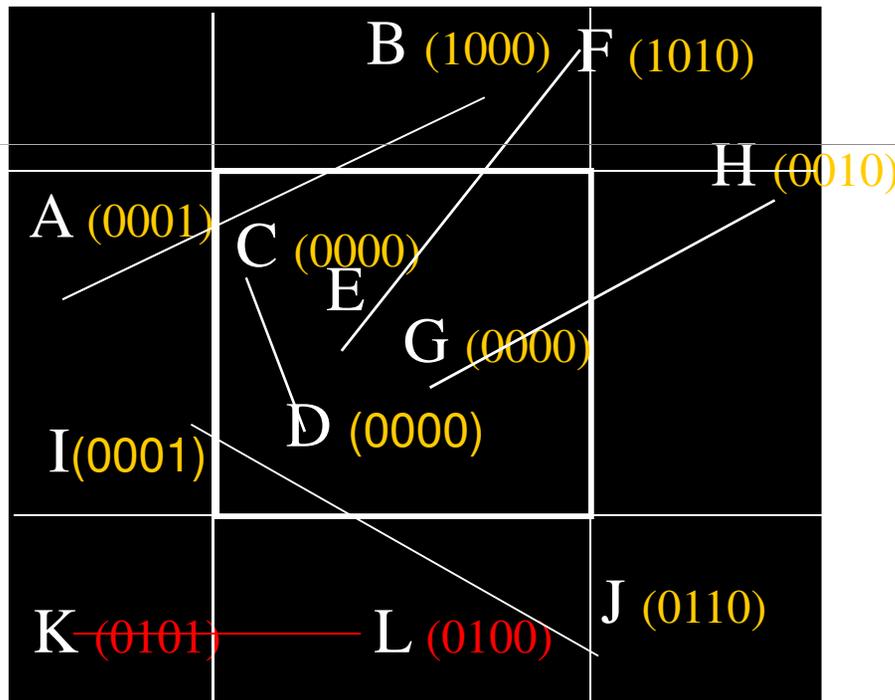
- Bit codes dos pontos?

Algoritmos de recorte



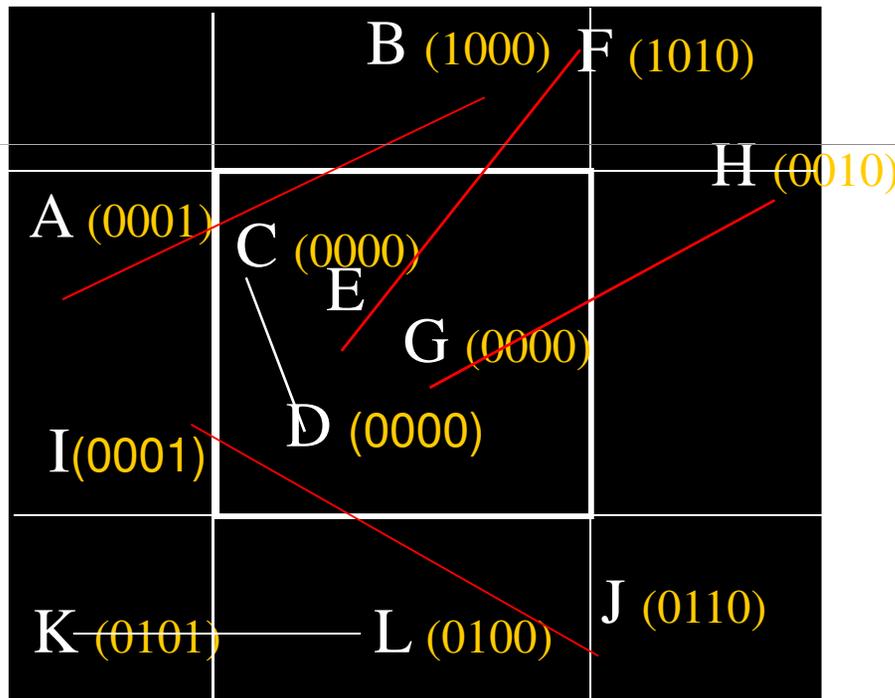
- Bit codes dos pontos?
- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos?
0000
 - Arestas formadas por pontos trivialmente aceitos são trivialmente aceitas

Algoritmos de recorte



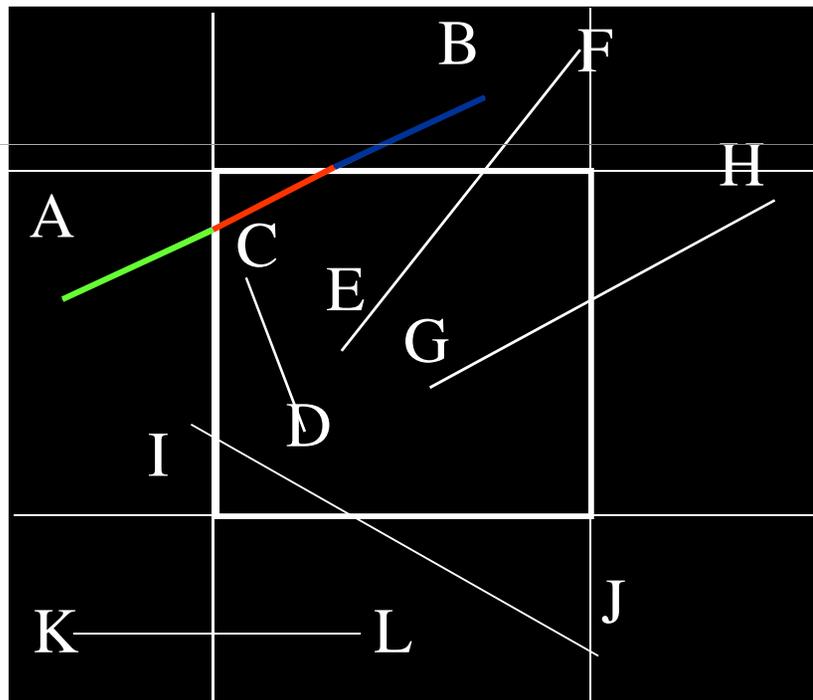
- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos? 0000
- Como devem ser os bit codes das arestas trivialmente recusadas? AND entre end points deve ser $\neq 0$

Algoritmos de recorte

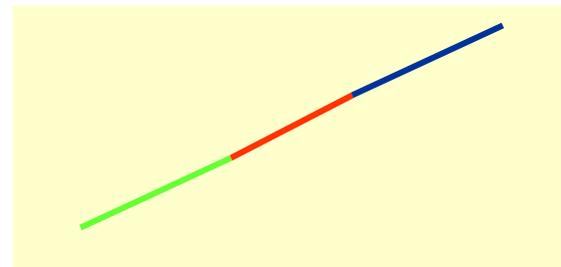


- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos? 0000
- Como devem ser os bit codes das arestas trivialmente recusadas? AND entre end points deve ser $\neq 0$
- O que fazer com os que não são nem aceitos nem recusados?

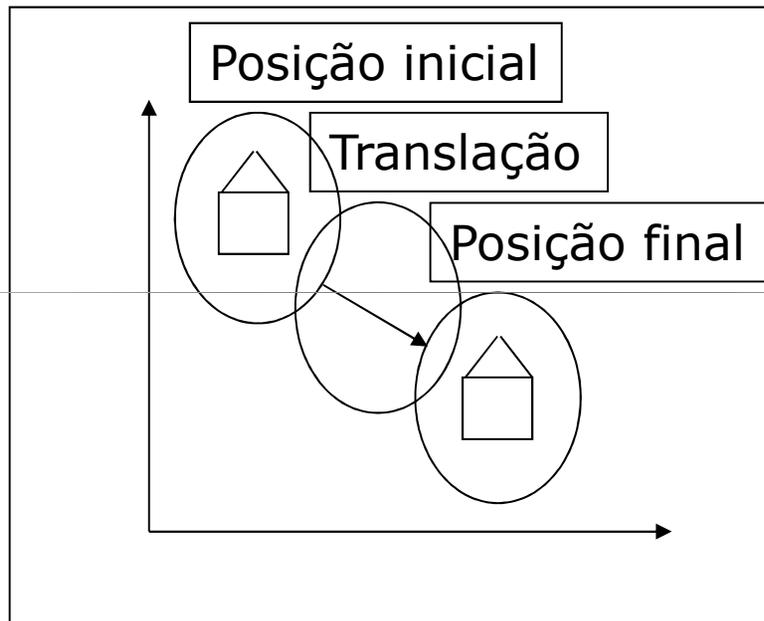
Algoritmos de recorte



- Calcular segmentos através das intersecções



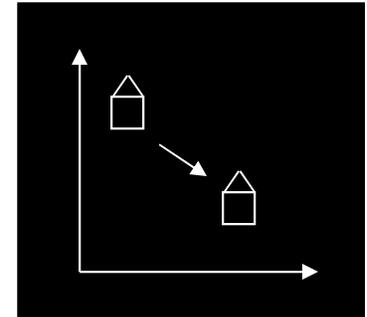
Transformações 2D - Translação



Transformações 2D - Translação

- ▣ Cada vértice é modificado

$$\begin{aligned}x' &= x + t_x \\ y' &= y + t_y\end{aligned}$$



- ▣ Utiliza-se vetores para representar a transformação

$$\vec{t} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

- ▣ Um ponto $p(x,y)$ torna-se um vetor

- ▣ Assim, a translação torna-se uma mera soma de vetores

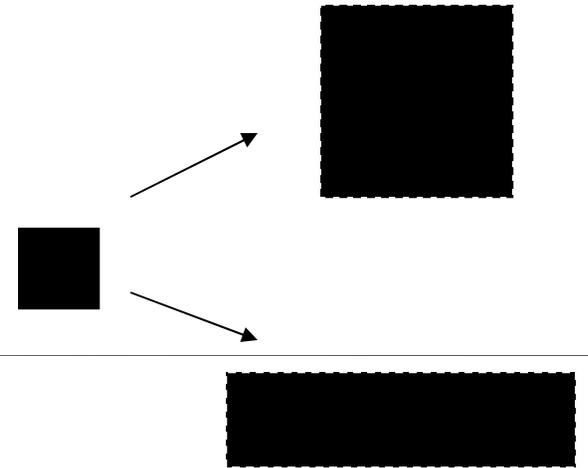
$$\vec{p} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

$$\vec{p}' = \vec{p} + \vec{t}$$

Transformações 2D - Escala

- Coordenadas são multiplicadas pelos fatores de escala

$$x' = x \cdot s_x$$
$$y' = y \cdot s_y$$



- Tipos de Escala

Uniforme:

$$s_x = s_y$$

Não-Uniforme

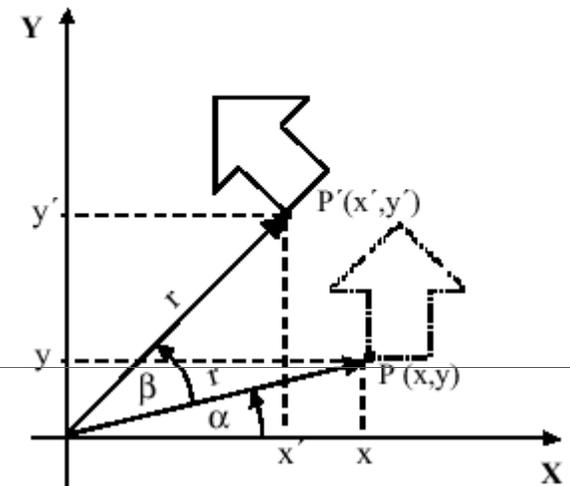
$$s_x \neq s_y$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cdot s_x + 0 \cdot y \\ 0 \cdot x + y \cdot s_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cdot s_x \\ y \cdot s_y \end{bmatrix}$$

- Escala é uma multiplicação de matrizes

Transformações 2D - Rotação

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta \\ \sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$



Coordenadas Homogêneas

- Introduzida em Matemática
- Adiciona uma terceira coordenada w
- Um ponto 2D passa a ser um vetor com 3 coordenadas

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix}$$

-
- 2 pontos são iguais se e somente se:
 - Homogeneizar: dividir por w
 - Pontos homogeneizados

$$\frac{x'}{w'} = \frac{x}{w} \text{ e } \frac{y'}{w'} = \frac{y}{w}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Translação - Coord. Homogêneas

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix} \quad \vec{p}' = \vec{p} + \vec{t} \quad \begin{cases} \frac{x'}{w'} = \frac{x}{w} + t_x \\ \frac{y'}{w'} = \frac{y}{w} + t_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} x' = x + wt_x \\ y' = y + wt_y \\ w' = w \end{cases}$$

Escala - Coord. Homogêneas

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} \frac{x'}{w'} = s_x \frac{x}{w} \\ \frac{y'}{w'} = s_y \frac{y}{w} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x' = s_x x \\ y' = s_y y \\ w' = w \end{cases}$$

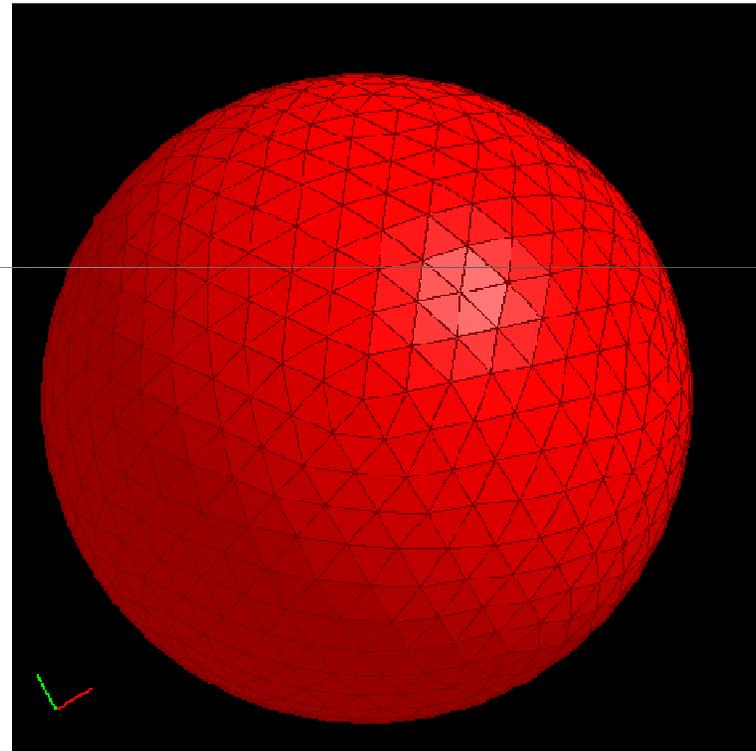
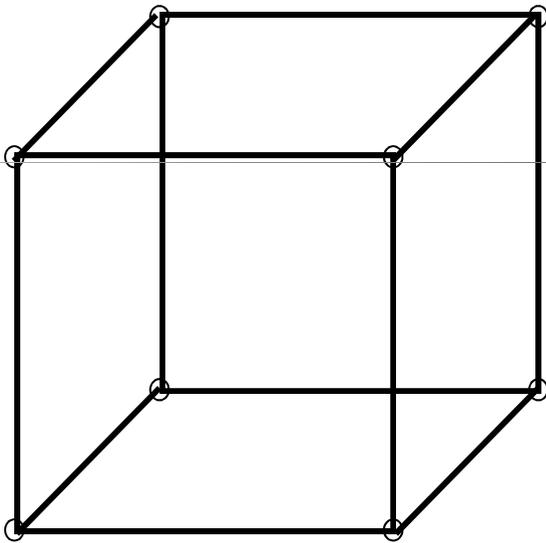
Rotação - Coord. Homogêneas

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} \frac{x'}{w'} = \cos \theta \frac{x}{w} - \sin \theta \frac{y}{w} \\ \frac{y'}{w'} = \sin \theta \frac{x}{w} + \cos \theta \frac{y}{w} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x' = \cos \theta x - \sin \theta y \\ y' = \sin \theta x + \cos \theta y \\ w' = w \end{cases}$$

Formas de Representação



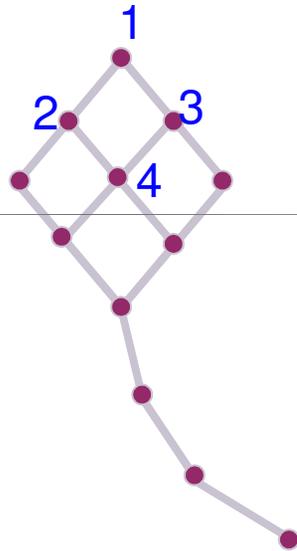
Formas de Representação

Representação Aramada

Duas listas

Vértices

Arestas



1	x1,y1
2	x2,y2
3	x3,y3
4	x4,y4
	...

vértices
(geometria)

1,2
1,3
3,4
2,4
...

arestas
(topologia)

Formas de Representação

Superfícies Limitantes

- ▣ Estrutura de dados mais utilizada:

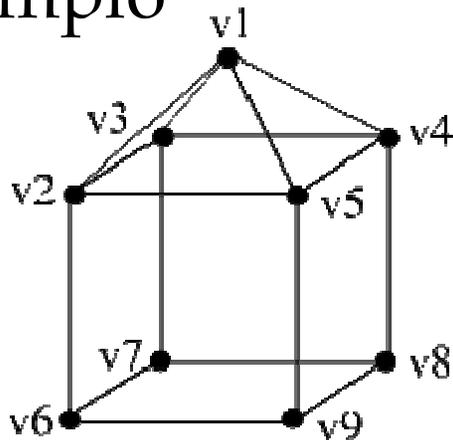
Tabela de vértices e tabela de faces

- ▣ Problemas

Aproximação de superfícies curvas

Grande espaço para armazenamento

- ▣ Exemplo



Vértices (geometria)

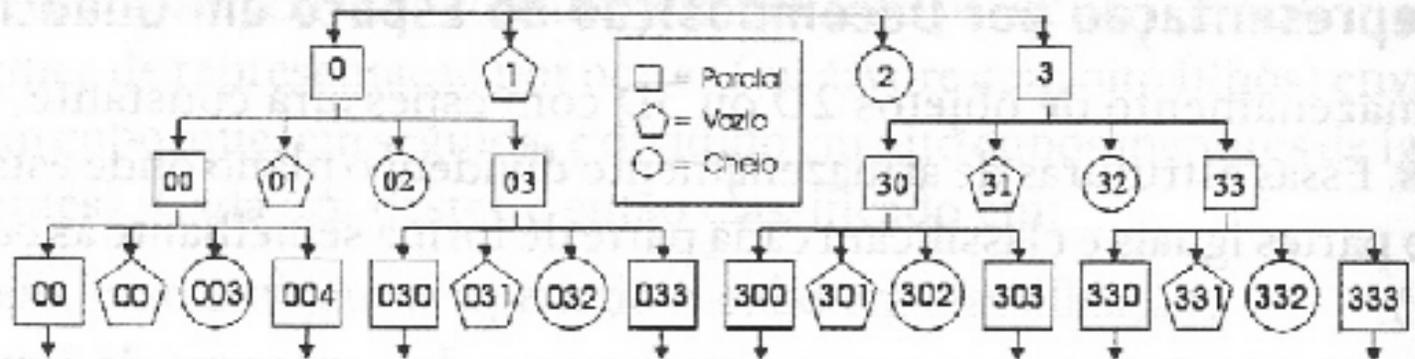
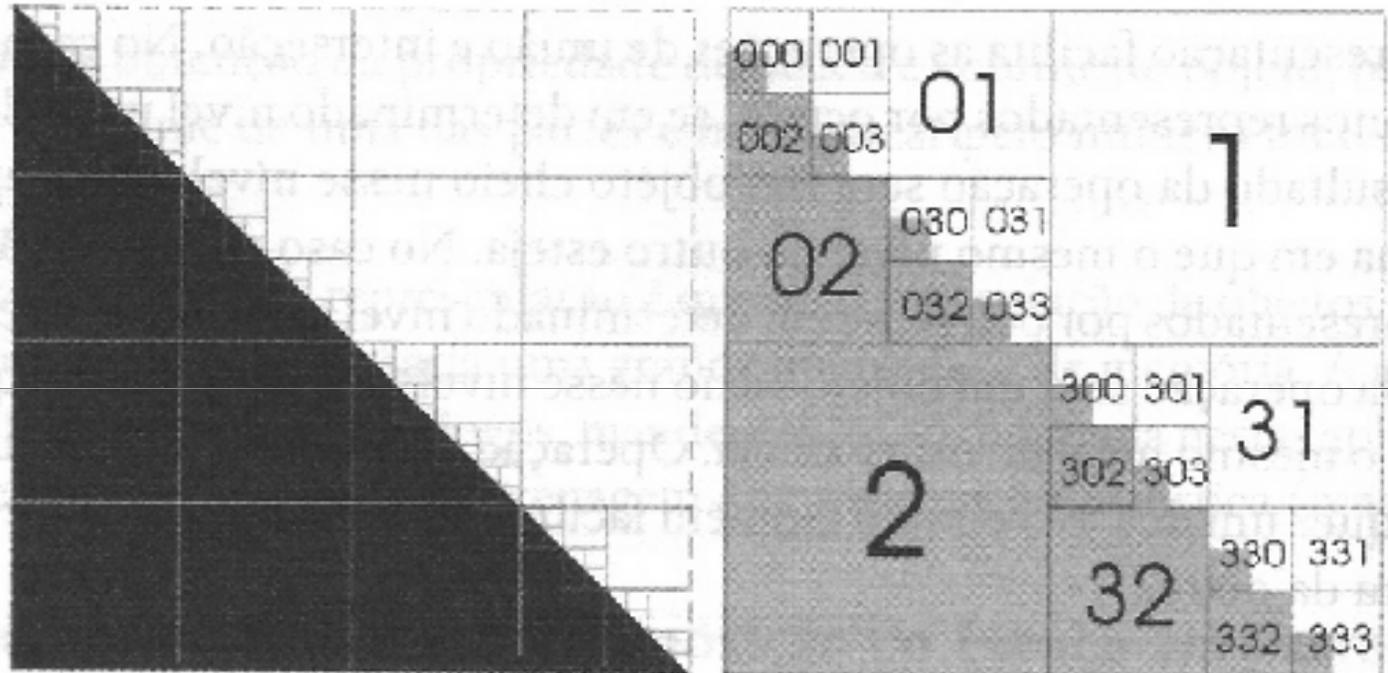
1	x1	y1	z1
2	x2	y2	z2
3	x3	y3	z3
4	x4	y4	z4
5	x5	y5	z5
6	x6	y6	z6
7	x7	y7	z7
8	x8	y8	z8
9	x9	y9	z9

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

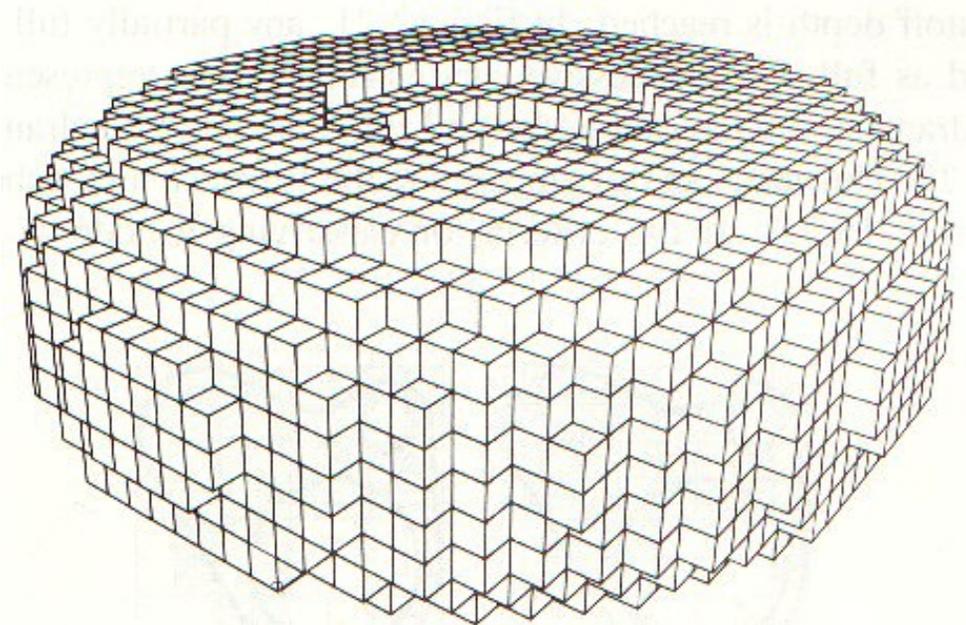
Enumeração Espacial (*quadtrees* e *octrees*)



Formas de Representação

Enumeração Espacial (*quadrees* 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

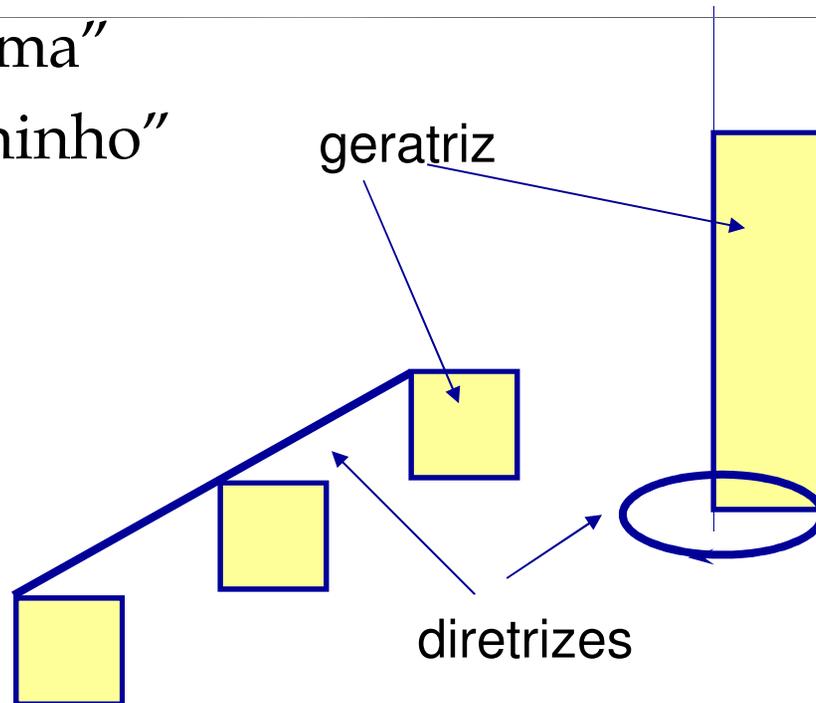
Técnicas de Modelagem

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”

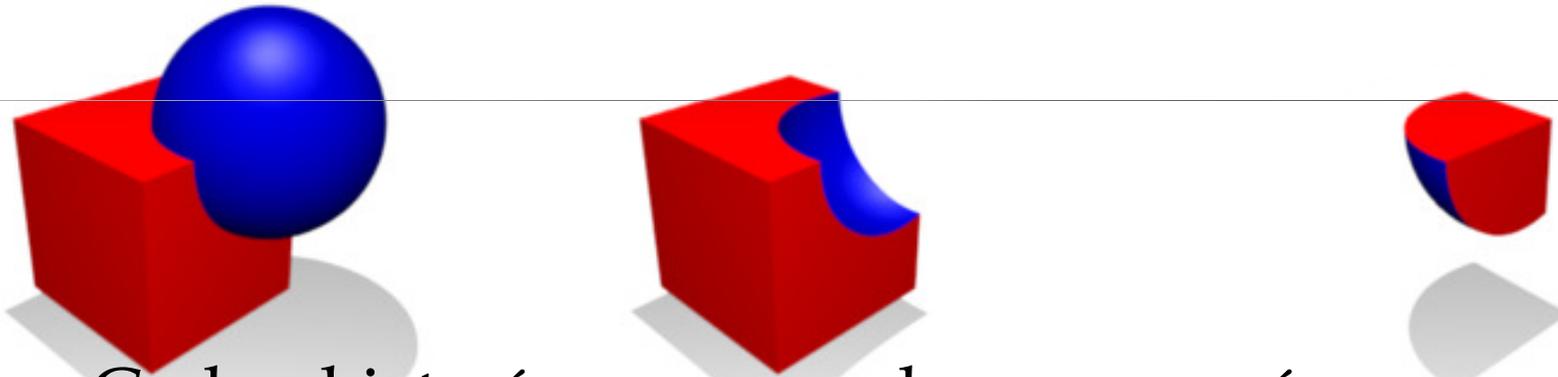


Técnicas de Modelagem

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

Instanciamento de Primitivas

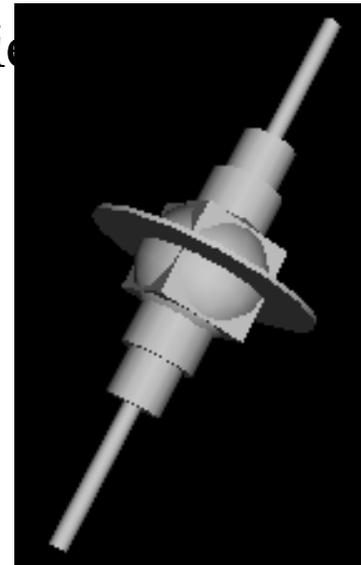
- ❑ Sistema define um conjunto de objetos primitivos 3D

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*)



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

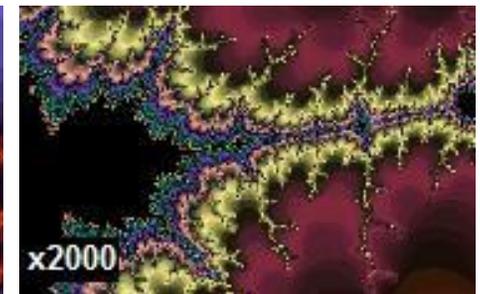
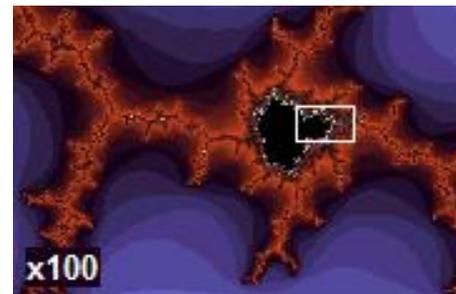
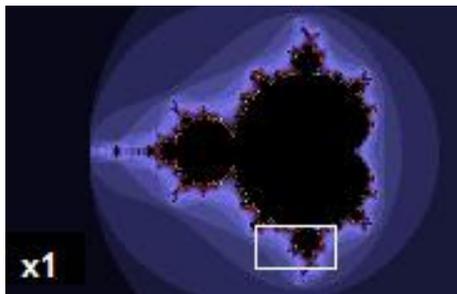
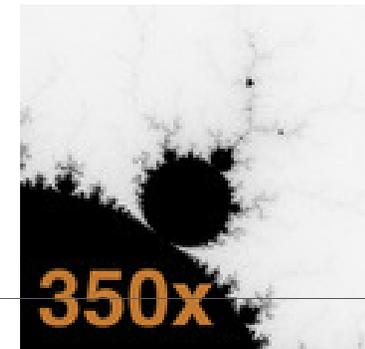
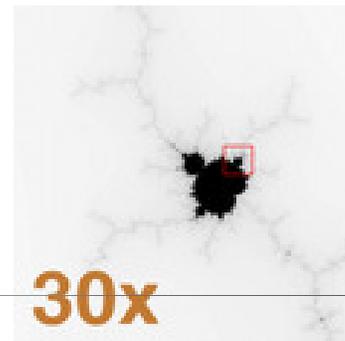
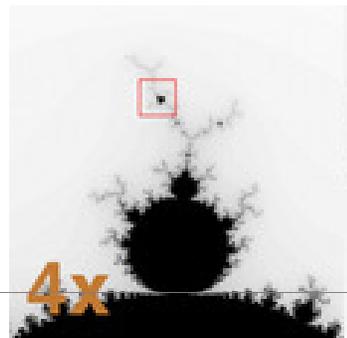
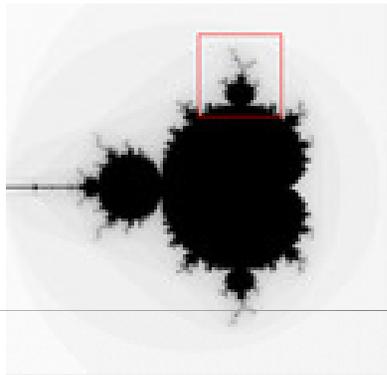
Modelagem Procedural de Nuvens

Modelagem Procedural de Água

Modelagem Procedural de Fogo

Técnicas de Modelagem

Fractais



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>

Aplicações

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



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

Exercícios

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

