

# Computação Gráfica

Agostinho Brito

Departamento de Engenharia da Computação e Automação  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

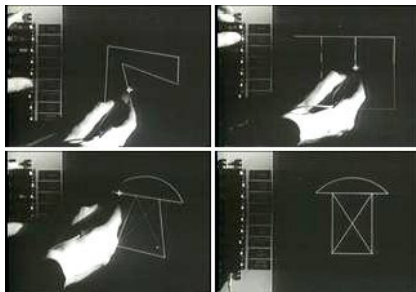
30 de julho de 2015

# O que é computação gráfica

Saída	Entrada	
	IMAGEM	MODELO
IMAGEM	Processamento digital de Imagens	<b>Computação gráfica</b>
MODELO	Visão computacional	Geometria Computacional

# Origens...

Ivan Sutherland e seu “sketchpad”. Tese de doutorado no MIT (1963)



## O fomento da indústria de CG

- Barateamento de circuitos eletrônicos e computadores.
- Crescimento da indústria de *software*.
- Indústria de jogos.
- Indústria de entretenimento.

## É aplicada em:

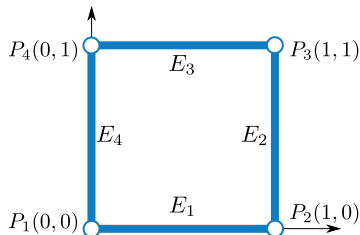
- Interfaces de usuário.
- Traçado de gráficos (interativos).
- Automação de escritório.
- CAD.
- Jogos
- Simulação de sistemas.
- Animação.
- Arte e comércio.
- ...

# O que será estudado

- Representação de figuras
- Dispositivos de exibição.
- OpenGL.
- Algoritmos de rastreamento.
- Algoritmos de preenchimento.
- Recortes.
- Transformações geométricas 2D e 3D.
- Projeções em perspectiva.
- Modelagem geométrica.
- Representação de curvas no plano e no espaço.
- Tratamento de linhas e superfícies escondidas.
- Rendering.
- Modelos de iluminação.
- Modelos de cor.
- Tratamento de sombras.
- Ray Tracing/Radiância.
- Tratamento de Texturas.

# Representação de figuras

- Algoritmos de exibição geralmente aceitam polígonos ou arestas para exibição.
- Tais figuras podem ser representadas por pontos interligados.
- Ex: quadrado unitário no primeiro quadrante



- Algoritmo para desenho: Conecte  $P_1 P_2 P_3 P_4$  em sequência.
- Algoritmo para desenho: Conecte  $E_1 E_2 E_3 E_4$  em sequência.
- Pontos podem ser bidimensionais ou tridimensionais:  $(x_1, y_1)$  ou  $(x_1, y_1, z_1)$ .

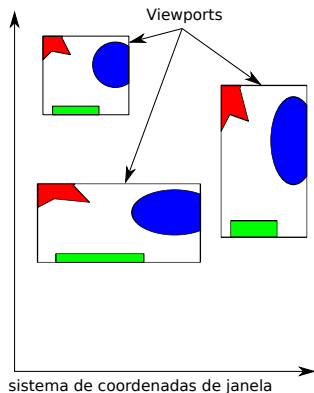
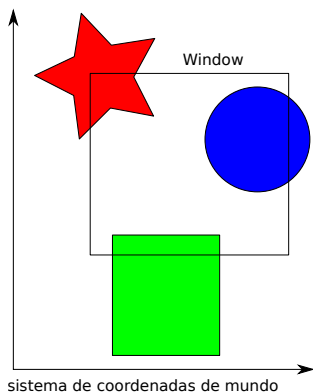
# Preparando figuras para exibição

- Operações com pontos:
  - Mover o cursor para um ponto.
  - Desenhar uma linha de um ponto a outro.
  - Exibir um **pixel** (elemento de imagem) em um ponto.
- Etapas da exibição:
  - Transformação: rotação, translação, escalamento e projeções.
  - Remoção de linhas e superfícies escondidas (recorte).
  - Sombreamento, transparência, textura e efeitos de cor.



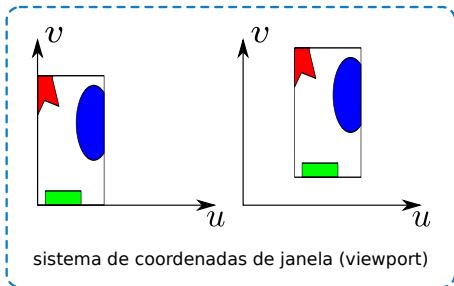
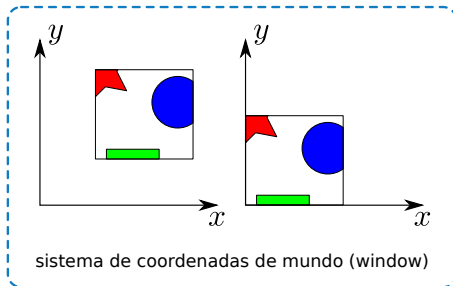
# Window & Viewport

- *Window* (janela) : retângulo definindo parte do mundo a ser mostrado.
- *Viewport*: retângulo no dispositivo de exibição onde a janela será mostrada.



- Sistema de coordenadas de mundo.
  - Espaço onde o modelo é definido. Ex:  $\mathbb{R}^2$  ou  $\mathbb{R}^3$ .
  - Dimensões medidas em medidas físicas ou abstratas.
- Sistemas de coordenadas de janela
  - Espaço onde a imagem do recorte é mostrada. ex: 640x480 pixels.
  - Dimensões normalmente medidas em pixels.

## Transformação *Window > Viewport*



Etapas da transformação:

- 1 Translação da janela (no sistema de coordenadas de mundo) para a origem.
- 2 Escalamento da janela (no sistema de coordenadas da *viewport*) para adequação às proporções da exibição.
- 3 Translação (no sistema de coordenadas da *viewport*).

## Transformação *Window* > *Viewport*

Exemplo:

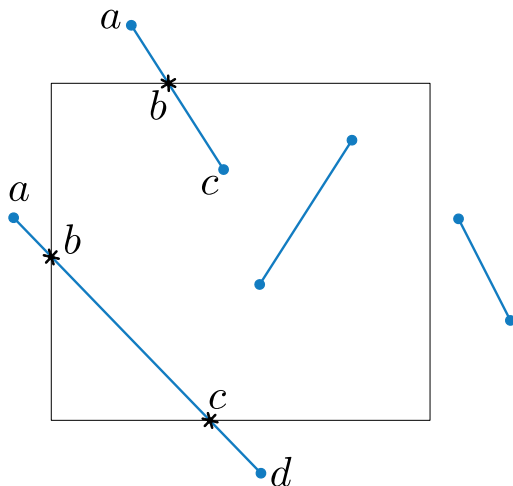
- `window(20.0, 10.0, 60.0, 50.0) → viewport(100,30,200,350)`

$$u = (x - 20.0) \left( \frac{200 - 100}{60.0 - 20.0} \right) + 100$$

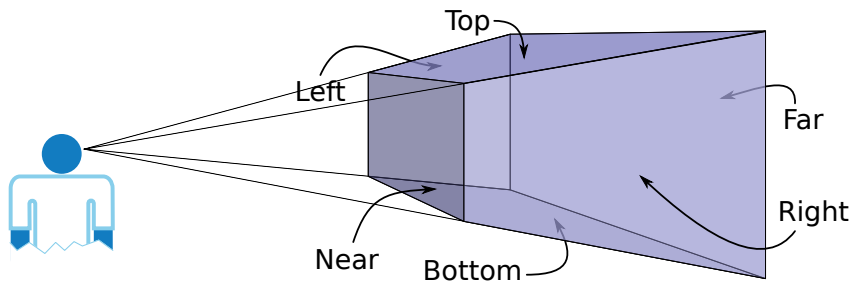
$$v = (y - 10.0) \left( \frac{350 - 30}{50 - 10} \right) + 30$$

# Recorte

- Operações de recorte visam determinar que partes dos objetos (geralmente linhas) caem fora da janela para exibição.
- Em duas dimensões, a janela é determinada por um retângulo.



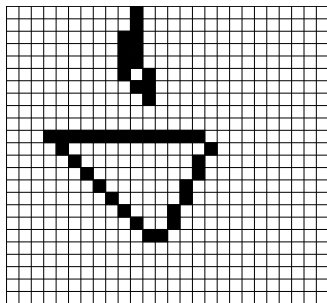
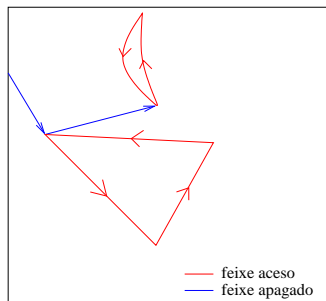
- Em três dimensões, a janela de recorte é determinada por um paralelepípedo, ou um tronco (*frustum*), no caso de visões em perspectiva.





## Dispositivos de rastreamento

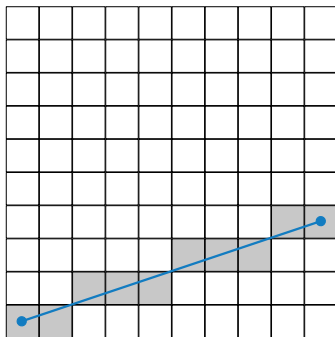
- Dispositivos raster são como matriz de células discretas que podem ser acesas ou apagadas. As linhas desenhadas aparecem serrilhadas, semelhantes a escadas. A este efeito é dado o nome de *aliasing*.
- O uso de dispositivos de rastreamento (*raster graphics*) permite que o tempo de desenho da imagem na tela seja independente do número de objetos desenhados.



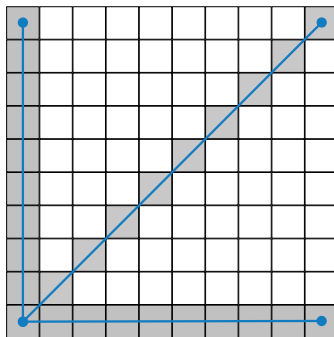


# Dispositivos de rastreamento

- Problema fundamental: não é possível, exceto em casos excepcionais, desenhar linhas retas de um ponto para outro.



Caso geral



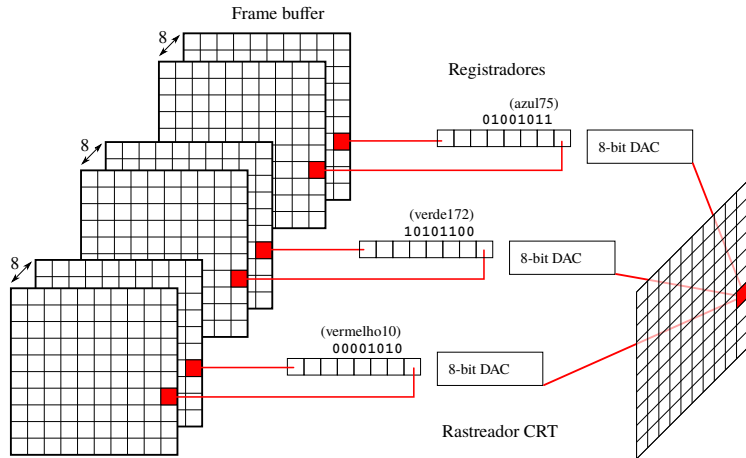
Casos especiais

# Implementação de um dispositivo raster

A implementação de um dispositivo raster pode ser feito com o uso de *frame buffers*, obedecendo às seguintes etapas:

- Armazenar numa matriz os pontos a serem desenhados.
- Ler a informação digital em cada elemento da matriz e converter para uma voltagem elétrica com um DAC (conversor digital-analógico).
- Sensibilizar a tela gráfica nas coordenadas correspondentes às da matriz.

# Funcionamento de um dispositivo raster



# Dispositivos de interação lógica

**Locator:** provê informações de coordenadas em 2 ou 3 dimensões.

**Valuator:** provê um valor simples, geralmente apresentado como um número real.

**Button:** utilizado para selecionar e ativar eventos ou procedimentos.

**Pick:** identifica ou seleciona objetos na tela.

**Keyboard:** coleção de botões.

- Janelas
- Cursores
- Radio buttons
- Avaliadores: sliders, dials...
- Barras de rolagem (scroll bars)
- Grids
- Menus
- Ícones
- Rubber bands (usados para ajustar pontos finais de objetos)

# Dispositivos de interação física

- Tablet:** consiste em superfície plana e uma caneta, usada para apontar uma posição na superfície do *tablet*. Também chamado mesa digitalizadora.
- Touch panel:** semelhante ao *tablet*, atua como um locator, onde o dispositivo apontador pode ser, por exemplo, um dedo.
- Mouse:** é dotado de sensores internos que atuam sobre dois *valuators*, indicando posição. Botões adicionais servem para realizar *choice* ou *pick* de entidades na tela.
- Joystick:** semelhante ao mouse, mas com uma origem fixa.
- Trackball:** semelhante ao mouse. Utilizados quando o espaço físico é reduzido para a aplicação.
- Outros:** *Spaceball*, *data glove*, caneta ótica, *Kinetic*, *Google Cardboard*, *Oculos XXX*.