Computação Gráfica

Preenchimento

Professor: Luciano Ferreira Silva, Dr.

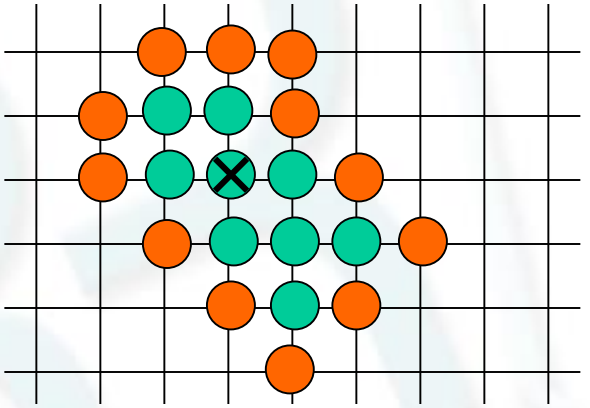
Preenchimento de áreas

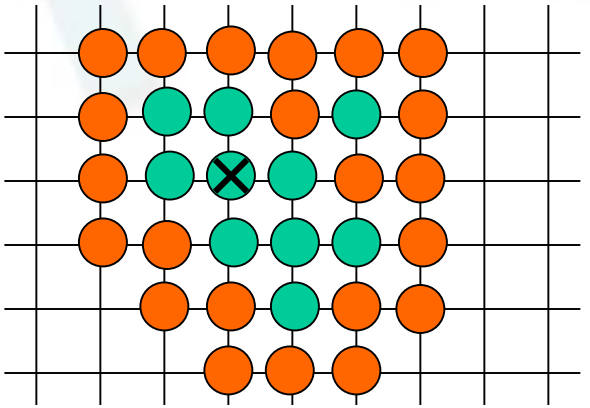
- Não é propriamente um processo de rasterização: operações no domínio da imagem;
- Procura-se as bordas de um dado elemento de forma a definir quando o pixel deve mudar de cor;
- Algoritmos:
  - ✓ *Flood Fill*;
  - ✓ de varredura com análise geométrica;

Algoritmo de preenchimento *Flood Fill*

Princípios:

- ✓ O polígono (área) já está desenhado na tela com uma dada cor;
- ✓ É necessário um pixel interno do corpo (semente) para dar início ao processo;
- ✓ Regiões são definidas por critérios de vizinhança ao pixel semente;
- ✓ Exemplo:
  - Pixels com cor semelhante à semente
    - Borda tem cor diferente
  - Pixels com cor diferente de uma cor dada
    - Borda tem cor igual à cor dada





Algoritmo de preenchimento *Flood Fill*

- **Algoritmo recursivo**
  - ✓ Preenche vizinhos da semente que atendem ao critério
  - ✓ Aplica o algoritmo recursivamente tomando esses vizinhos como sementes
  - ✓ Termina quando nenhum vizinho atende o critério
- **Uso abusivo de recursão pode ser contornado preenchendo intervalos horizontais iterativamente**
- **Pode ser necessário usar um bitmap auxiliar para marcar os pixels visitados.**

Algoritmo de preenchimento *Flood Fill*

- **Pseudo-código:**

Procedure *FloodFill* (*x*, *y*, *cor*, *novaCor*)

Se *pixel* (*x*, *y*) = *cor* então

pixel (*x*, *y*) ← *novaCor*

FloodFill (*x* + 1, *y*, *cor* , *novaCor*)

FloodFill (*x*, *y* + 1, *cor* , *novaCor*)

FloodFill (*x* - 1, *y*, *cor* , *novaCor*)

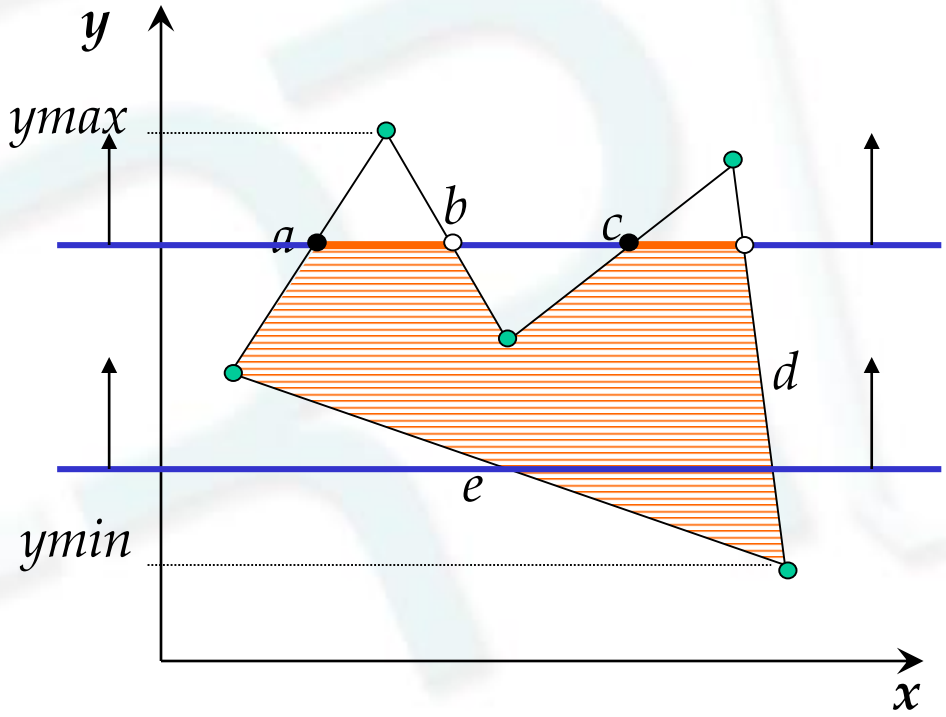
FloodFill (*x*, *y* - 1, *cor* , *novaCor*)

Algoritmo de varredura com análise geométrica

- **Baseia-se na descrição geométrica;**
  - ✓ como por exemplo, uma lista de vértices que formam o polígono;
- **Utiliza-se linhas de varredura (y = constante);**
- **Identifica-se pontos internos do polígono e as interseções das arestas com as linhas de varredura;**
- **Há uma tabela de lados para descrição do polígono em questão;**

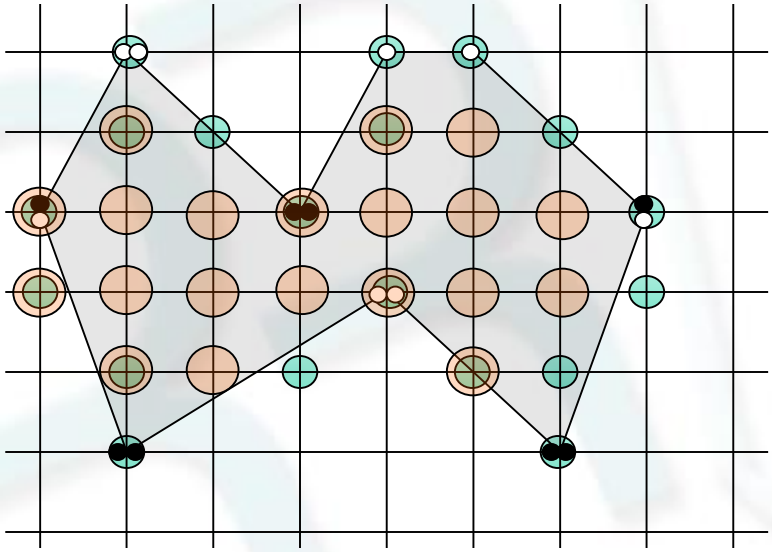
Algoritmo de varredura com análise geométrica

- **Algoritmo clássico usa técnica de varredura**
  - ✓ Arestas são ordenadas
    - Chave primária: *y* mínimo
    - Chave secundária: *x* mín.
    - Exemplo: (*e*,*d*,*a*,*b*,*c*)
  - ✓ Linha de varredura perpendicular ao eixo *y* percorre o polígono (desde *ymin* até *ymax*)
  - ✓ Intervalos horizontais entre pares de arestas são preenchidos



Algoritmo de varredura com análise geométrica

- **Intervalos de preenchimento**
  - ✓ Definidos sobre a linha de varredura
  - ✓ Cada intervalo começa e termina sobre um pixel interceptado por uma aresta
    - Primeiro pixel é pintado, último não
  - ✓ Arestas horizontais não são consideradas
  - ✓ Um vértice de uma aresta horizontal é considerado apenas se for o vértice com *menor y*

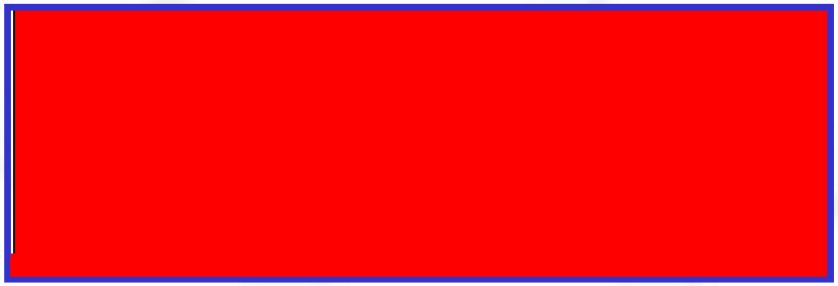


Pixel resultante da interseção entre arestas e linhas de varredura

Pixel pintado

Algoritmo de varredura com análise geométrica

- **Preenchimento da Retângulos: um dos mais simples;**



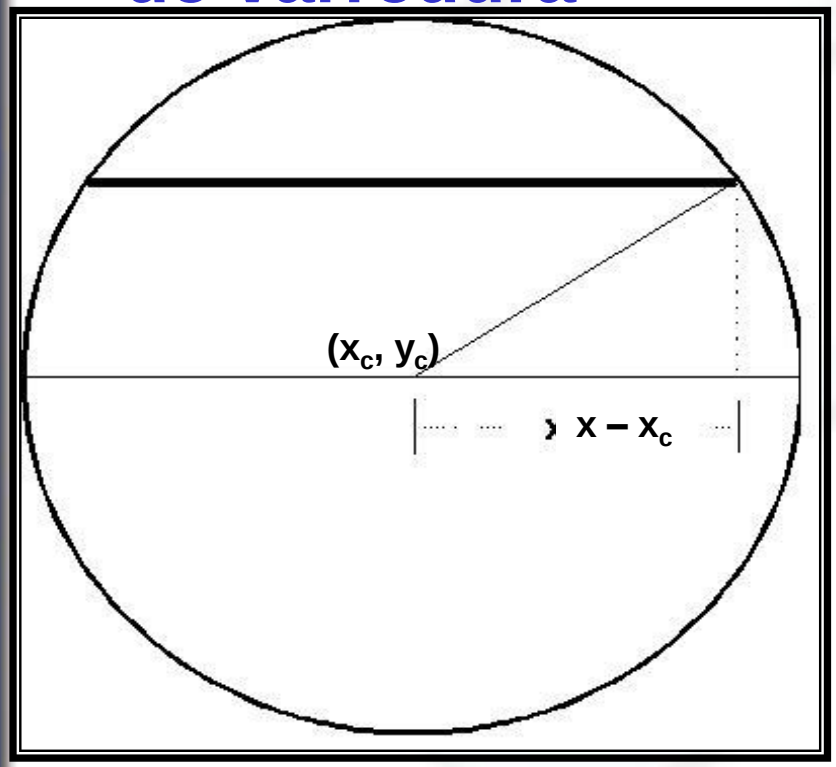
For (y=y_{min}; y<=y_{max}; y++)

for (x=x_{min}, x<=x_{max}; x++)

writepixel(x,y,value);

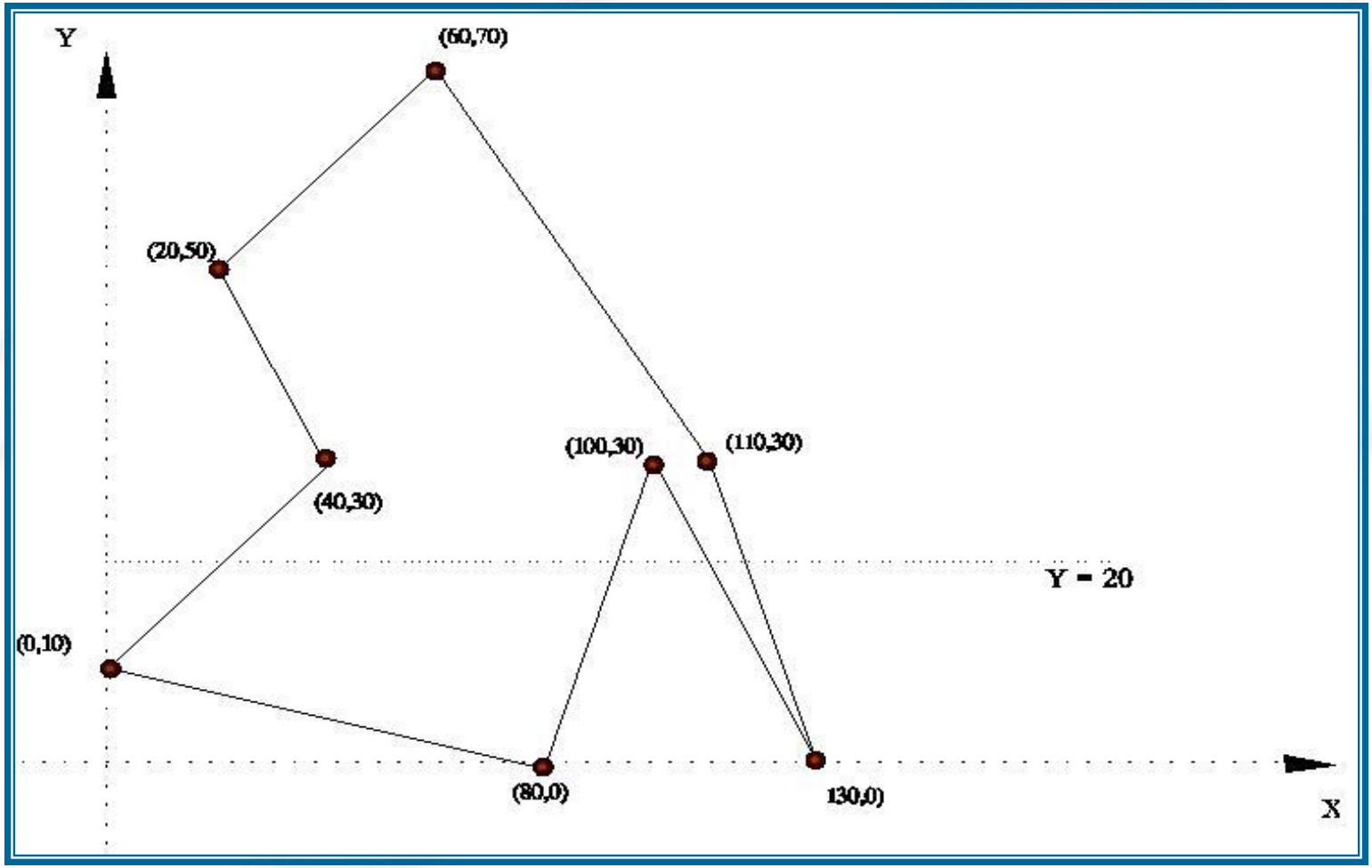
Algoritmo de varredura com análise geométrica

- **Preenchimento da Circunferência: calcula-se facilmente a interseção da mesma com a linha de varredura**



- $x_1 = x_c - \sqrt{R^2 - (y-y_c)^2}$
- $x_2 = x_c + \sqrt{R^2 - (y-yc)^2}$
- Preenche-se de (x_1, y) até (x_2, y)
- Com $y_c - R < y < y_c + R$

Algoritmo de varredura com análise geométrica



Algoritmo de varredura com análise geométrica

1º passo: montar a Tabela de lados - descrição do polígono:

LADO	Y_{min}	$Y_{máx}$	X para Y_{min}	1/m
1	0	10	80	-8,0
2	10	30	0	+2,0
3	30	50	40	-1,0
4	50	70	20	+2,0
5	30	70	110	-1,25
6	0	30	130	-0,67
7	0	30	130	-1,0
8	10	30	80	+0,67

- É importante lembrar que: $\frac{1}{\mathrm{m}} = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

Algoritmo de varredura com análise geométrica

2º passo: identificar as diversas interseções com a linha de varredura: usamos a fórmula de cálculo - eq. da reta:

$$Y - Y_0 = m(X - X_0)$$

$$Y_{varredura} - Y_{min} = m(X - X_{min})$$

$$X - X_{min} = \frac{1}{m}(Y_{varredura} - Y_{min})$$

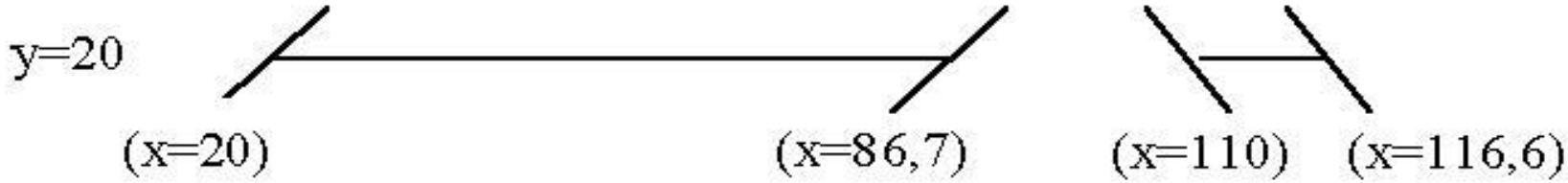
$$X = \frac{1}{m} \cdot (Y_{varredura} - Y_{min}) + X_{min}$$

Com:

- $Y_{varredura} < Y_{max}$
- $Y_{varredura} > Y_{min}$

Algoritmo de varredura com análise geométrica

3º passo: ordenam-se os pontos e traçam-se linhas, tomando-as de <u>duas em duas</u>, a partir de x de valores crescentes:



- **<u>Regra de paridade:</u> iniciar contador com um número par, acrescentá-lo quando encontra uma intersecção e pintar quando ele for impar;**

Algoritmo de varredura com análise geométrica

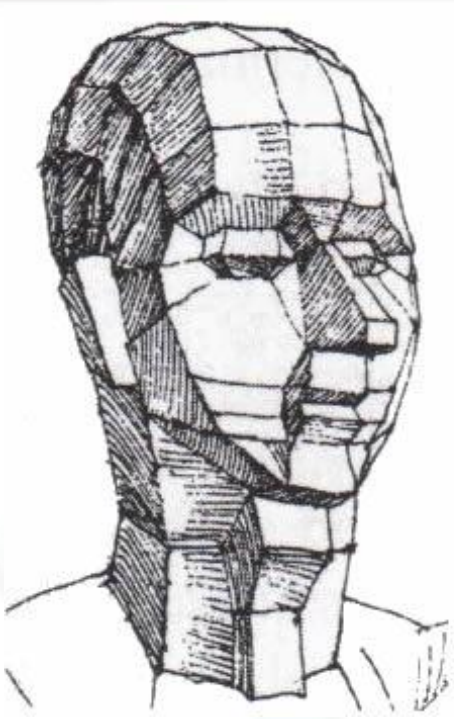
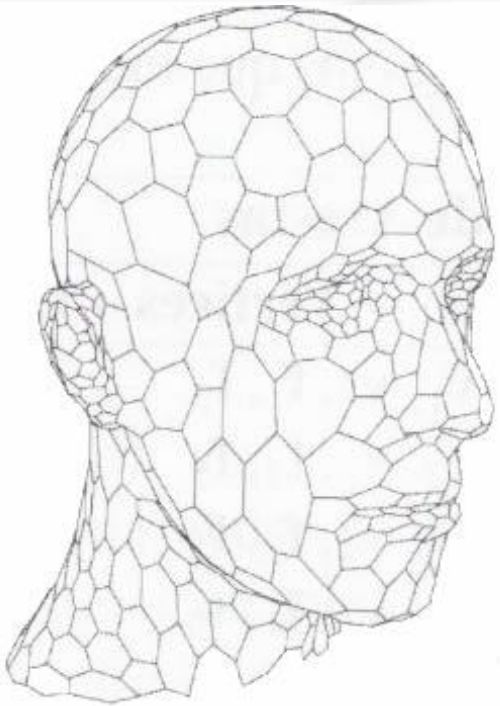
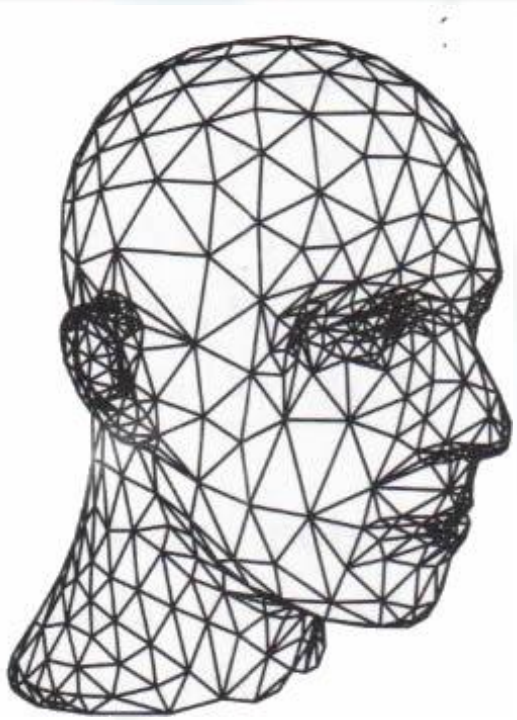
- **Problemas:**
  - ✓ Linha de varredura y=30 encontra um vértice

  - ✓ Primeira interseção (40,30) = 1 único ponto para mudar o estado de preenchimento
  - ✓ Interseção (100,30) = não pode mudar o estado de preenchimento

Rasterização de Polígonos

- **Operação fundamental em computação gráfica;**
  - ✓ Rasterização de linhas + preenchimento;
- **Polígono é dado por uma lista de vértices;**
  - ✓ Último vértice = primeiro vértice;
- **Obs.: OpenGL rasteriza apenas triângulos;**
  - ✓ Triângulos são casos especiais de polígonos;
  - ✓ Polígonos genéricos precisam ser triangulados;
    - Triangulação faz parte da biblioteca de utilitários (***gluTesselate***);

Triangulação

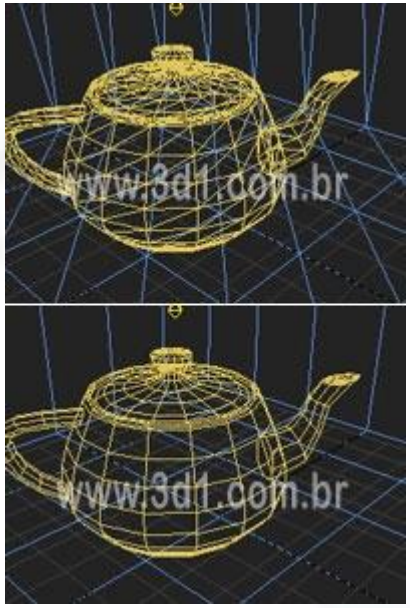
- **Principais vantagens:**
  - ✓ **Planaridade** (triângulos são sempre curvas poligonais planas): facilita enormemente os cálculos com as superfícies poliédricas.

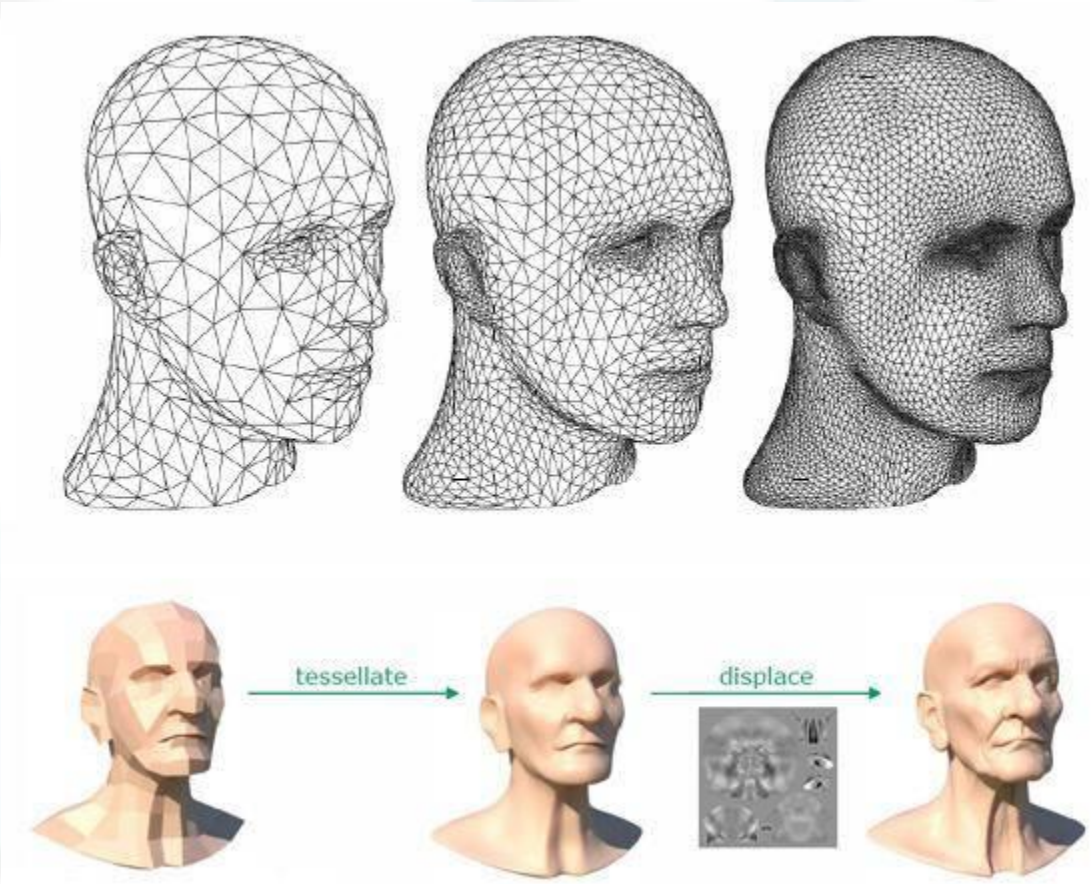
Triangulação

- **Sistema de Coordenadas** (um triângulo tem naturalmente associado um sistema de coordenadas lineares, coordenadas baricêntricas): o que pode ser usado para definir atributos da superfície definindo-os nos vértices de cada triângulo e fazendo interpolações nessas coordenadas.
- **Extensibilidade**: as triangulações se estendem naturalmente para R^n com o conceito de *complexo simpliciais*.
- Qualquer polígono pode ser subdivido em triângulos.

Triangulação

- ✓ Maior controle da malha.
- ✓ Melhores resultados.





Terceiro Trabalho

- **Neste trabalho você deve (INDIVIDUALMENTE):**

1. Desenvolver um programa que permita preencher polígonos por meio dos algoritmos: **Flood Fill** e **varredura com análise geométrica**.

2. Construir um relatório que descreva a construção e os resultados de maneira comparativa.

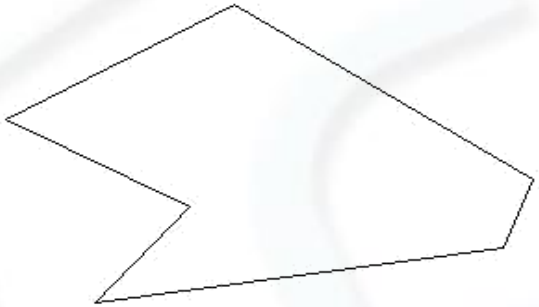
3. Apresentar o programa desenvolvido e entregar o relatório digital na sala do professor;

   - Obviamente você será arguido nesse momento.

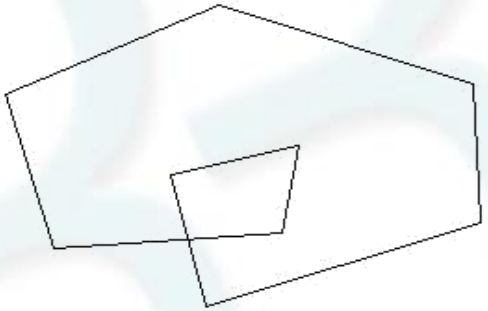
Terceiro Trabalho

4. Ele pintar uma circunferência, um retângulo e pelo menos duas das formas a, b c e d.

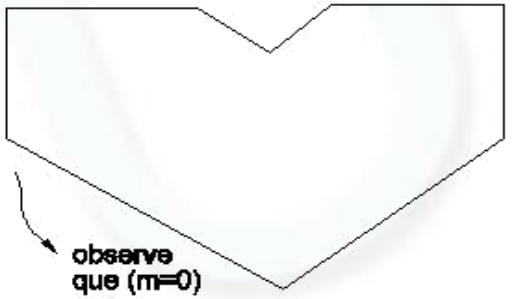
a)



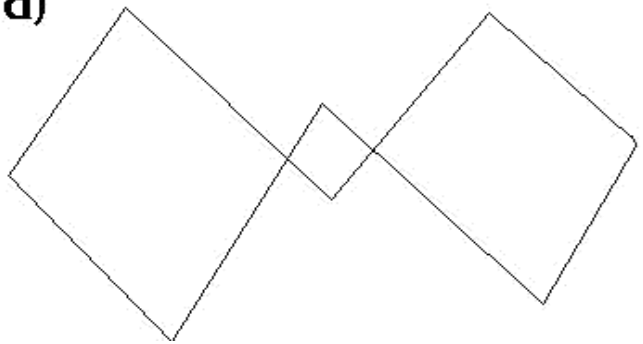
b)



c)



d)



Terceiro Trabalho

- **OBSERVAÇÕES:**
  - ✓ Objetivo do trabalho é que você veja os algoritmos trabalhando e os compare, desse modo, implemente de forma que isso aconteça;
  - ✓ Trabalhos entregues sem defesa não serão aceitos (receberão nota zero (0)).
    - Dessa forma, **NÃO** adianta apenas fazer o trabalho e enviar por e-mail;
    - **Muita atenção:** não sou uma PJ ou PF precisando de software de rasterização, com isso em mente apresente com o intuito de:
      - Provar que você entende os algoritmos;
      - Provar que você realmente é o autor do programa.

Terceiro Trabalho

- **OBSERVAÇÕES (Cont...):**
  - ✓ Trabalhos entregues sem o relatório serão avaliados em cinquenta porcento (50%) da nota;
  - ✓ Trabalhos entregues após a data final estabelecida não serão aceitos, a não ser com a apresentação de atestado médico ou declaração de serviço militar;
- **DICAS:**
  1. Escolha a linguagem de programação que você mais domina e que você entende que **não** será um fator limitante no desenvolvimento do trabalho;
  2. Comece a desenvolver o trabalho hoje e não deixe para apresentar no último dia.

Dúvidas