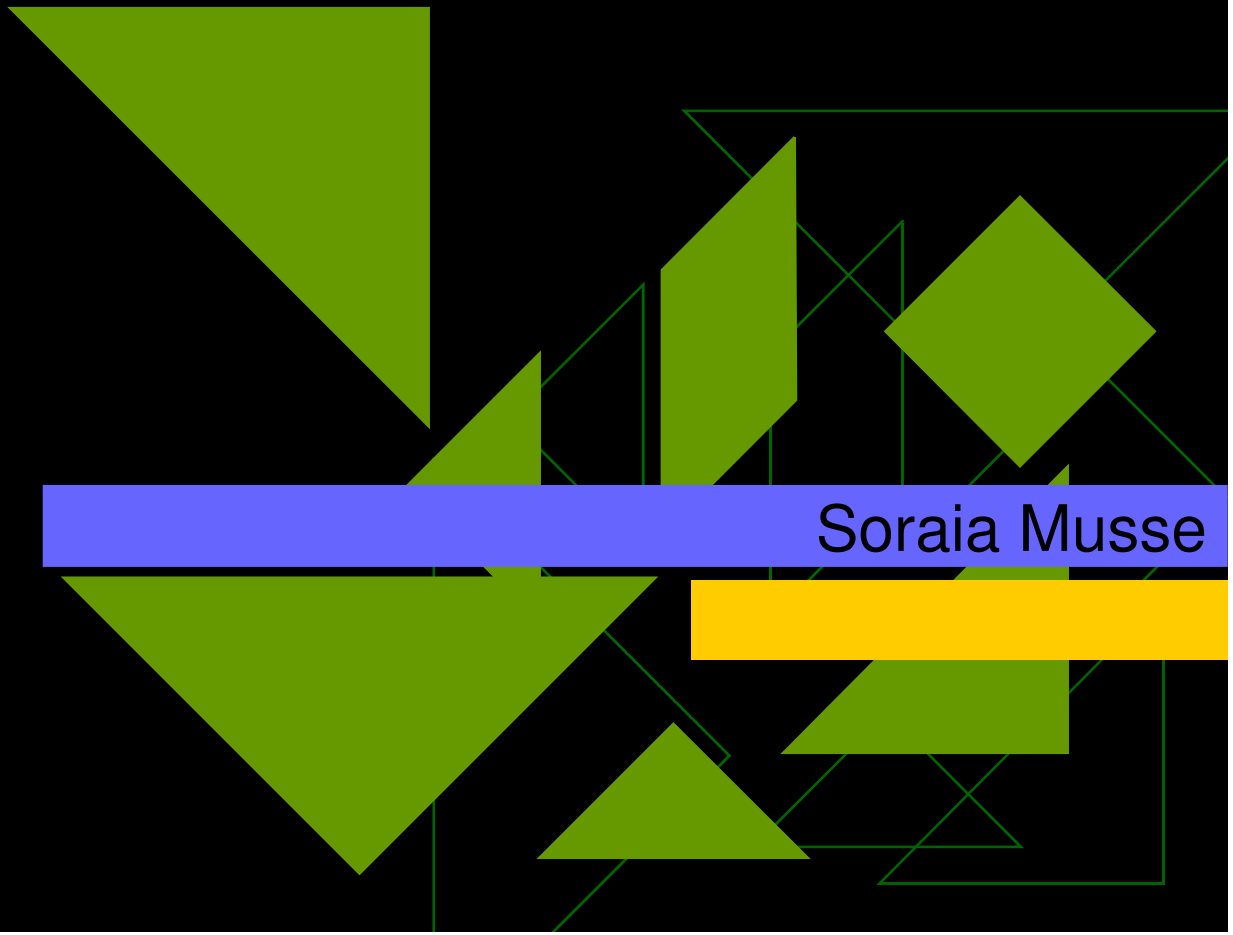
OpenGL



Soraia Musse

Roteiro

- **Introdução**
- **OpenGL x DirectX**
- Utilização
- Exemplo de Programa
- Nomes das Funções/Métodos
- Bibliotecas
- Máquina de Estados
- Linhas, Pontos e Polígonos
- Transformações Geométricas

Introdução

- OpenGL
  - Biblioteca de rotinas gráficas e de modelagem, 2D e 3D (interface para hardware gráfico)
- API (*Application Programming Interface*) padrão para desenvolvimento de aplicações gráficas 3D em tempo real
- Portável
- Rápida
- Grande qualidade visual, dá suporte para:
  - Mapeamento de textura
  - Iluminação
  - Transparência
  - Animação
  - Outros efeitos especiais

Introdução

- OpenGL
- Aproximadamente 250 comandos e funções
  - 200 comandos do core OpenGL
  - 50 comandos da GLU (*OpenGL Utility Library*)
- Programas são baseados em OpenGL ou são aplicações OpenGL (escritos em alguma linguagem de programação que faz chamadas a uma ou mais bibliotecas OpenGL)

Introdução

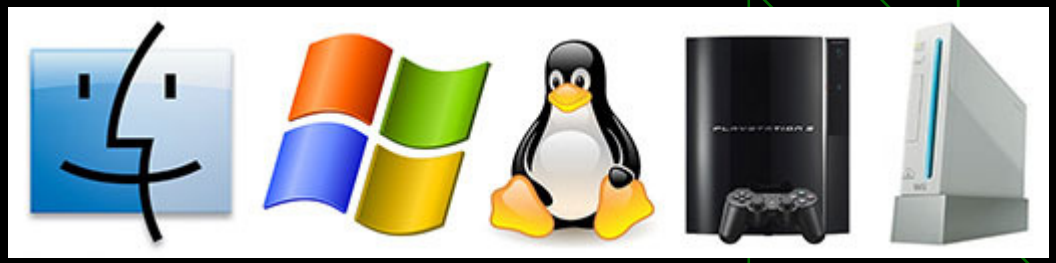
- OpenGL
- Ao invés de descrever a cena e como ela deve parecer, é preciso apenas determinar os passos necessários para alcançar uma certa aparência ou efeito
- Por ser portável, OpenGL não possui funções para gerenciamento de janelas, interação com o usuário ou arquivos de entrada/saída
- A palavra *pipeline* é usada para descrever um processo que pode ter dois ou mais passos distintos

OpenGL x DirectX

- DirectX mais usado comercialmente
  - Poder da Microsoft em influenciar os fabricantes
  - Campanha no Windows Vista contra o OpenGL
  - Campanhas de comparação que vendiam algo que não acontecia

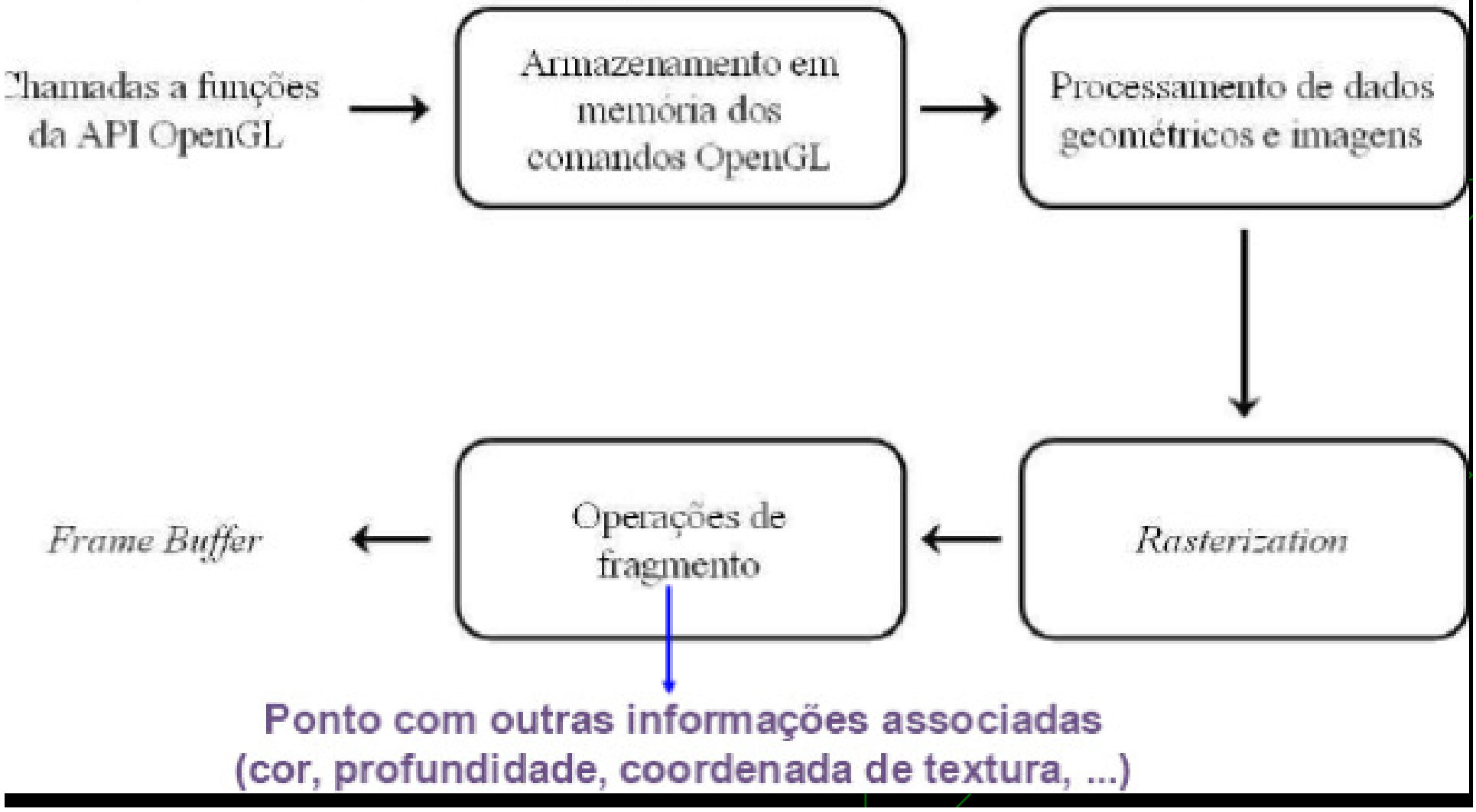
OpenGL x DirectX

- Por que usar OpenGL?
  - Funções de chamadas mais rápidas
  - OpenGL funciona em diversas plataformas
  - É um padrão aberto sem fins lucrativos



Pipeline OpenGL

- *Pipeline* OpenGL simplificado



Utilização

- OpenGL segue a convenção de chamada de C, e foi escrita em C
- Existem muitas implementações desta biblioteca
- Para *Windows* e *Linux*
- Para C/C++, Java, C#, Python, Delphi, ...
- Para cada implementação são fornecidas as bibliotecas necessárias
- Por exemplo, para C/C++ no ambiente Windows
  - Bibliotecas *opengl32.lib* (OpenGL) e *glu32.lib* (GLU), arquivos .h earquivos *dll*
- Por exemplo, a JOGL para Java no ambiente Windows
  - Bibliotecas *gluegen-rt.jar* e *jogl.jar* e arquivos *dll*

Exemplo de um programa

- Estrutura básica de uma aplicação interativa
  - Configura e abre uma janela
  - Cria um *GLCanvas*, adiciona na janela, e especifica o objeto "ouvinte" para os eventos
  - Cria uma classe para fazer o *rendering* que implementa a interface GLEventListener
  - Entra no laço de processamento de eventos

Exemplo:

```
...
public class JanelaExemploJava2d {
   private Renderer2D renderer;
   public JanelaExemploJava2d(){
   // Cria janela
        JFrame janela =
                new JFrame("Desenho de um
   triângulo em 2D");
        janela.setBounds(50,100,500,500);

...
```

Exemplo:

```
...
// Cria um objeto GLCapabilities para especificar o
    número
// de bits por pixel para RGBA
    GLCapabilities c = new GLCapabilities();
    c.setRedBits(8);
    c.setBlueBits(8);
    c.setGreenBits(8);
    c.setAlphaBits(8);
    // Cria o objeto que irá gerenciar os eventos
    renderer = new Renderer2D();
...
```

Exemplo:

```
...
    // Cria um GLCanvas, adiciona na janela, e especifica o
    // objeto "ouvinte" para os eventos GL de teclado

    GLCanvas canvas = new GLCanvas(c);
    janela.add(canvas,BorderLayout.CENTER);
    canvas.addGLEventListener(renderer);
    canvas.addKeyListener(renderer);
    janela.setVisible(true);
    } // Fim do construtor

public static void main(String args[]) {
    JanelaExemploJava2d ej = new JanelaExemploJava2d();
    }
}
...
```

Exemplo de Programa

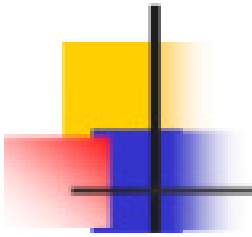
```
...
// Método definido na interface GLEventListener e chamado pelo
// objeto no qual será feito o desenho para começar a fazer o
// desenho OpenGL pelo cliente.
public void display(GLAutoDrawable dr
{
    gl.glClear(GL.GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    gl.glLoadIdentity();
    gl.glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);

    // Desenha um triângulo no c
    gl.glBegin(GL.GL_TRIANGLES);
        gl.glVertex3d(-0.5,-0.5, 0.0);
        gl.glVertex3d( 0.0, 0.5, 0.0);
        gl.glVertex3d( 0.5,-0.5, 0.0);
    gl.glEnd();
}
...
```

Limpa a janela de visualização com a cor de fundo especificada

Especifica que a cor corrente é azul (R, G, B)

Desenha um triângulo preenchido com a cor corrente e definido pelos vértices especificados a entre *glBegin* e *glEnd*

Exemplo de Programa



```
...

// Método definido na interface KeyListener que está sendo
// implementado para que seja feita a saída do sistema quando
// for pressionada a tecla ESC.
public void keyPressed(KeyEvent e) {
    switch (e.getKeyCode())
    {
        case KeyEvent.VK_ESCAPE:System.exit(0);
                                break;
    }
    glDrawable.display();
}

}
```

Abandona a execução do programa se o usuário pressionar ESC.

Nomes das funções/métodos

- Todos os nomes das funções/métodos OpenGL seguem uma convenção que indica
  - De qual biblioteca a função faz parte
  - Quantos e que tipos de argumentos a função tem
- Exemplo: glColor3f

Prefixo gl representa a biblioteca gl

raiz

Sufixo 3f significa que a função possui três valores de ponto flutuante como parâmetro

Nomes das funções/métodos

- Formato do nome das funções:

<PrefixoBiblioteca><ComandoRaiz><ContArgsOpcional><Tipo ArgsOpcional>

- Exemplos:
- *glColor3i*: recebe três valores inteiros
- *glColor3d*: recebe três valores double
- *glColor4i*: recebe quatro valores (RGB e a-transparência)
- *glutSolidCube(float size)* : função da biblioteca *glut* que
- recebe um argumento como entrada (tamanho do cubo)
- *gluLookAt*: função da biblioteca *glu* que recebe nove
- argumentos como entrada

OpenGL – Máquina de Estados

OpenGL é uma máquina de estados

É possível colocá-la em vários estados, ou modos, que não são alterados, a menos que uma função seja chamada para isto

- Por exemplo, a cor corrente é uma variável de estado que pode ser "*setada*" para branco, de tal maneira que todos os objetos, então, são desenhados com a cor branca, até o momento em que é atribuído outro valor para a cor corrente

OpenGL – Máquina de Estados

OpenGL mantém uma série de variáveis de estado

- Cor
- Estilo (ou padrão) de uma linha
- Posições e características das luzes
- Propriedades do material dos objetos

`Muitas variáveis de estado referem-se a modos que podem ser habilitados ou desabilitados com os comandos:

- *glEnable*()
- *glDisable*()

OpenGL – Máquina de Estados

Também é possível salvar e restaurar um conjunto de variáveis de estado em uma pilha usando as seguintes funções

- void glPushAttrib(GLbitfield mask)
- void glPopAttrib (void)

Exemplo:

- glPushAttrib(GL_LINE_BIT); *// Empilha atributo (espessura da linha - default é 1)*
- glPushAttrib(GL_CURRENT_BIT); *// Empilha atributo (cor)*
- glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f); *// Especifica a cor azul*
- glLineWidth(5); *// Especifica a espessura da linha*
- // Desenha ....
- glPopAttrib(); *// Desempilha atributo (cor)*
- glPopAttrib(); *// Desempilha atributo (espessura da linha)*

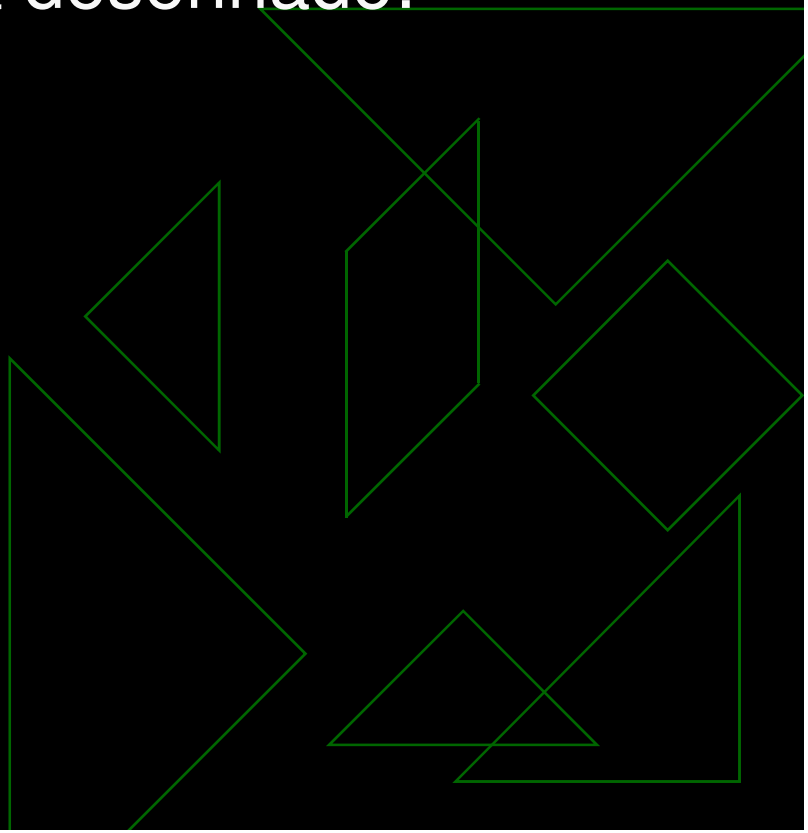
Primitivas geométricas:

- Objetos e cenas criados com OpenGL consistem em simples e pequenos *shapes* (ou primitivas, tais como pontos, linhas e polígonos) combinados de várias maneiras
- OpenGL fornece ferramentas para desenhar pontos, linhas, "polilinhas" e polígonos, que são formados por um ou mais vértices
- Lista de vértices:
  - *glBegin*()
  - glVertex2i() // ou, por exemplo, glVertex3f()
  - glVertex2i() // ou, por exemplo, glVertex3f()
  - ....
  - *glEnd*()

Primitivas geométricas:

- O argumento passado para *glBegin*() determina qual objeto será desenhado:

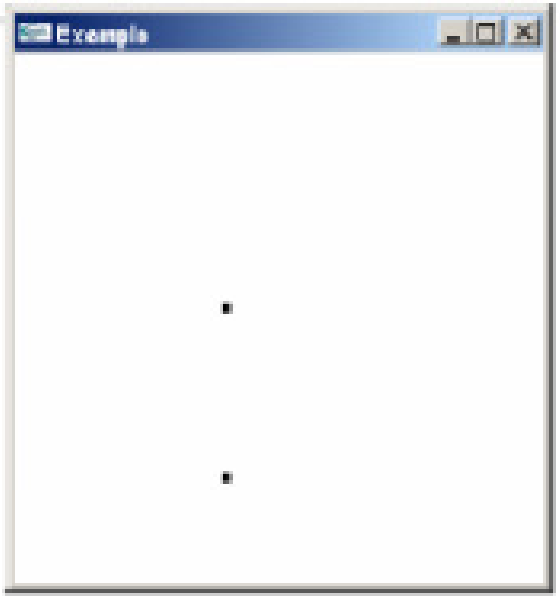
- GL_POINTS
- GL_LINES
- GL_LINE_LOOP
- GL_POLYGON
- GL_TRIANGLES
- GL_QUAD



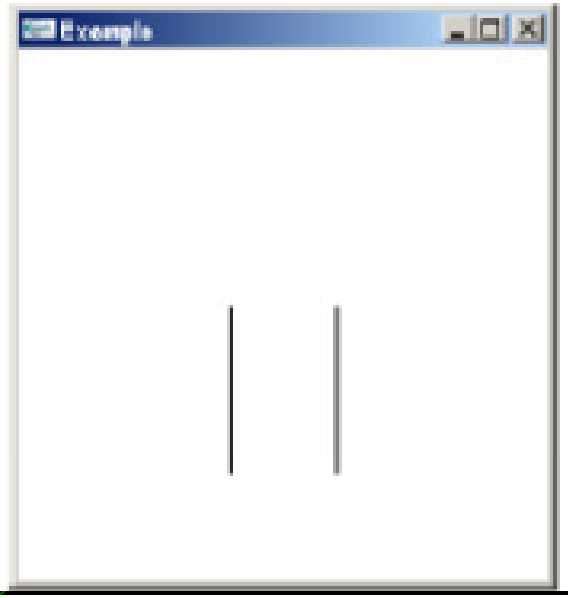
Linhas, Pontos e Polígonos

- Exemplo:

```
glBegin(GL_POINTS);
        glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
        glVertex2i(100, 50);
        glVertex2i(100, 130);
glEnd();
```



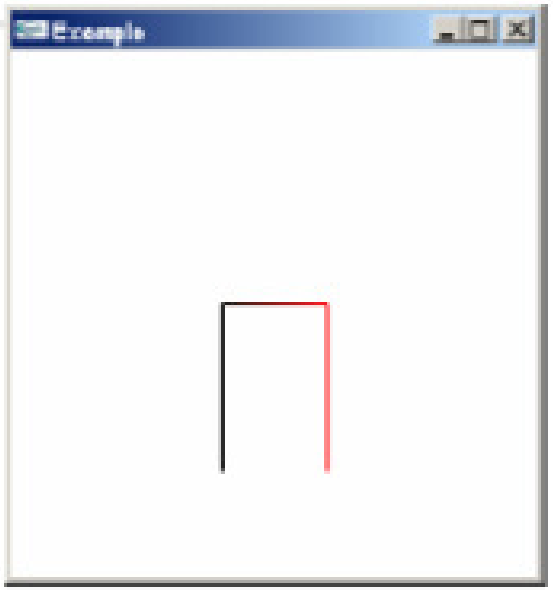

```
glBegin(GL_LINES);
        glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
        glVertex2i(100, 50);
        glVertex2i(100, 130);
        glVertex2i(150, 130);
        glVertex2i(150, 50);
glEnd();
```

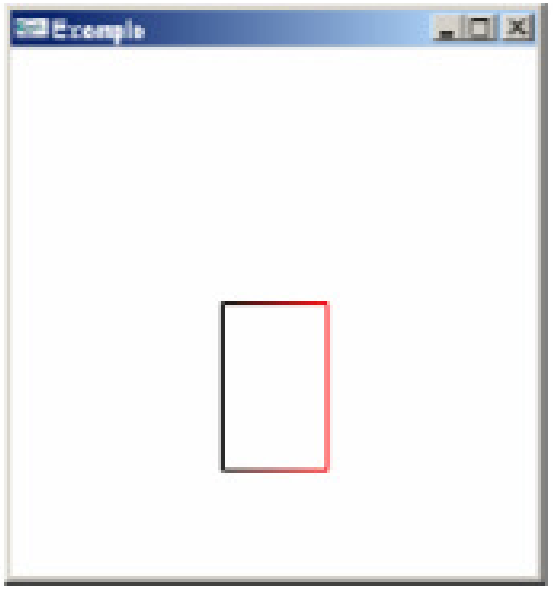


Linhas, Pontos e Polígonos

- Exemplo:

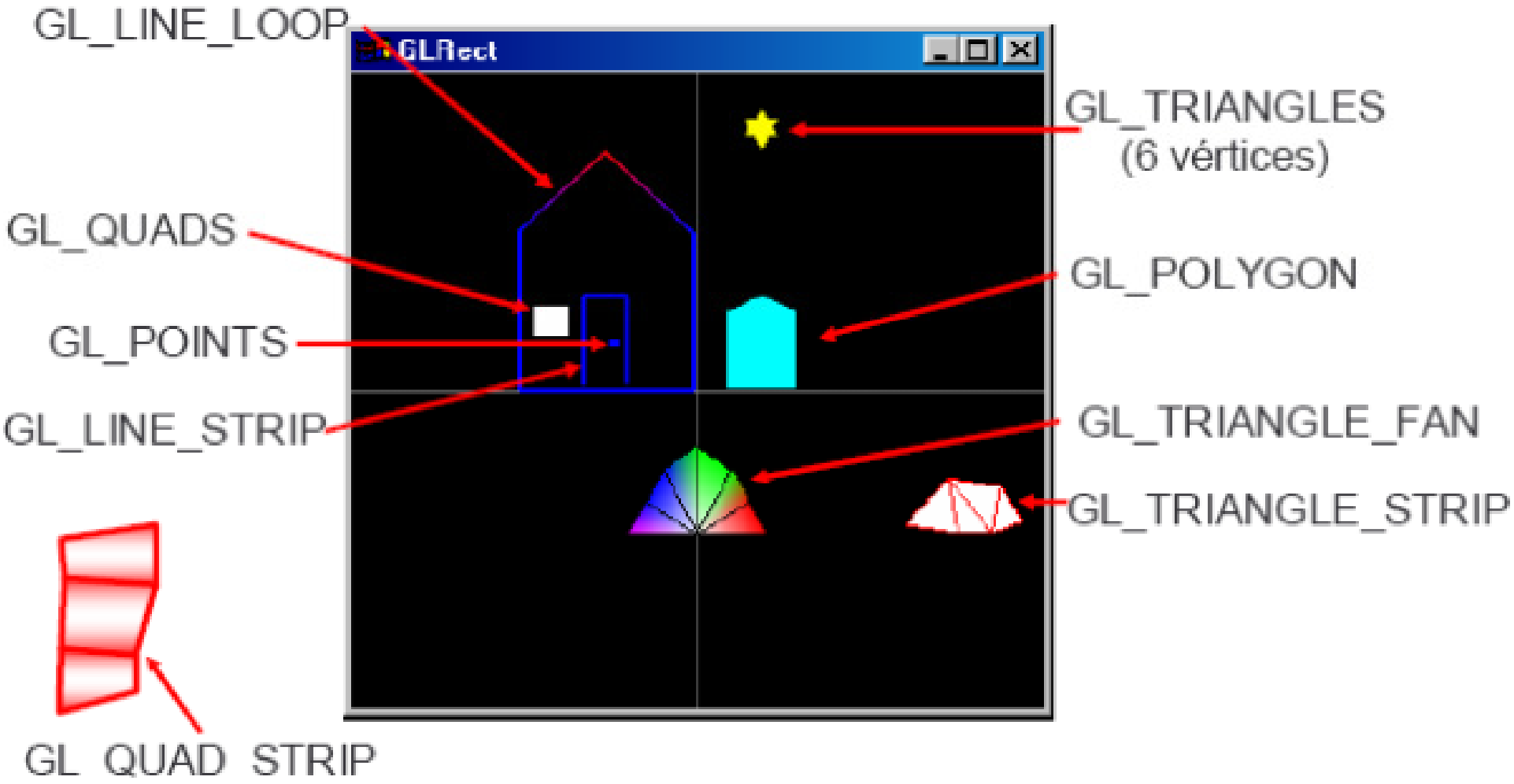
```
glBegin(GL_LINE_STRIP);
        glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
        glVertex2i(100, 50);
        glVertex2i(100, 130);
        glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
        glVertex2i(150, 130);
        glVertex2i(150, 50);
glEnd();
glBegin(GL_LINE_LOOP);
        glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
        glVertex2i(100, 50);
        glVertex2i(100, 130);
        glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
        glVertex2i(150, 130);
        glVertex2i(150, 50);
glEnd();
```





Linhas, Pontos e Polígonos

- Outros exemplos



Referências:

- WOO, Mason; NEIDER, Jackie; DAVIS, Tom;SHREINER, Dave. **OpenGL Programming Guide:the official guide to learning OpenGL, version 1.2**.3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison Wesley,1999. 730 p.
- WRIGHT, Richard S. Jr.; SWEET, Michael. **OpenGL SuperBible**. 2nd ed. Indianapolis, Indiana: Waite Group Press, 2000. 696 p.