# Computação Gráfica e Interfaces

2017-2018

Fernando Birra

# Desenho de Objetos com WebGL

2017-2018

Fernando Birra

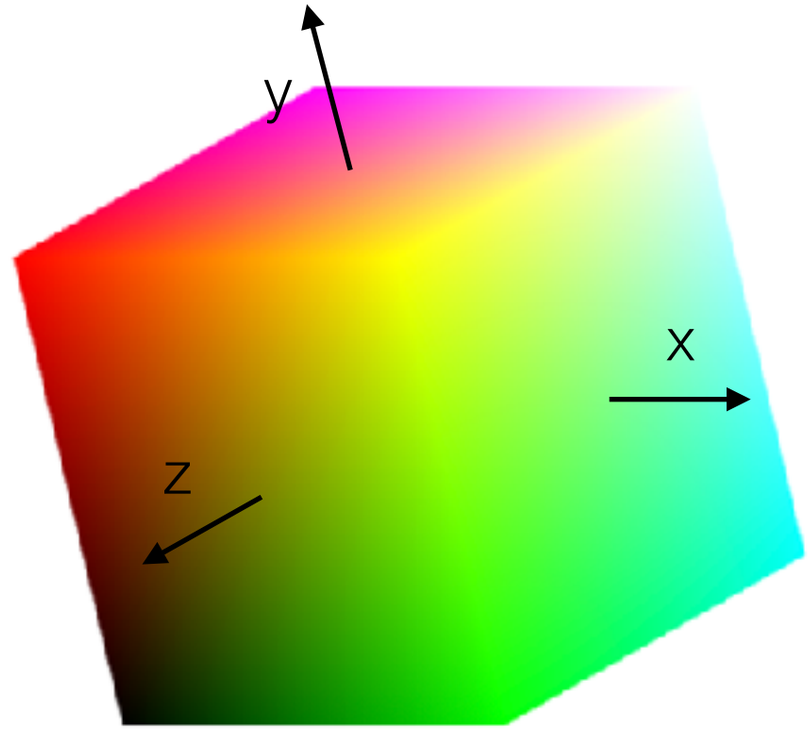
# Objetivos

- Ilustrar a construção dum objeto modelado como um B-Rep, usando WebGL.
- Analisar duas formas de indicação da geometria:
  - Usando arrays
  - Usando elementos (índices)

# Modelação dum cubo

- Um array com os vértices:

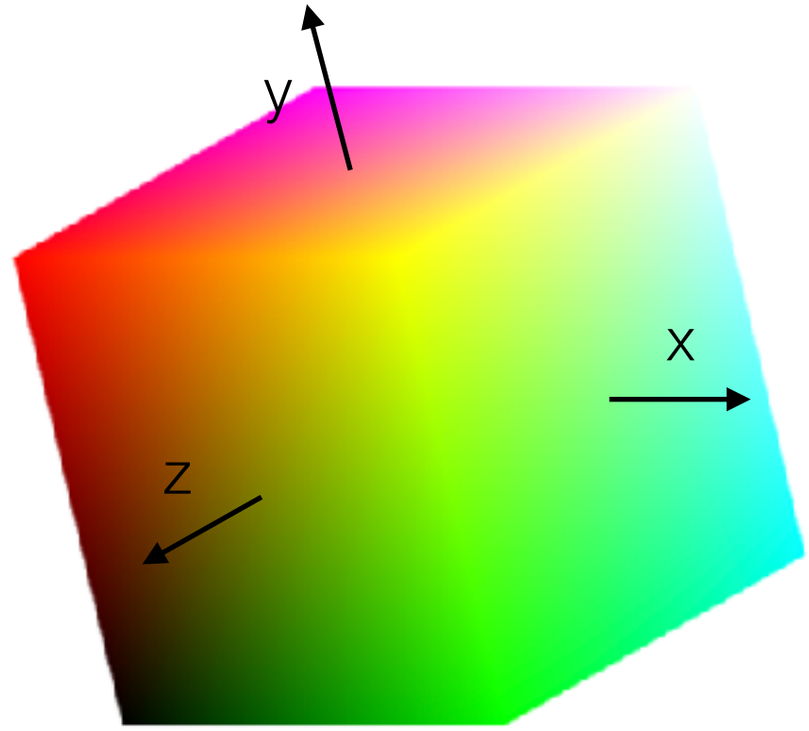
```
var vertices = [
    vec4( -0.5, -0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4( -0.5,  0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5,  0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5, -0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4( -0.5, -0.5, -0.5, 1.0 ),
    vec4( -0.5,  0.5, -0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5,  0.5, -0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5, -0.5, -0.5, 1.0 )
];
```



# Modelação dum cubo

- Um array com as cores:

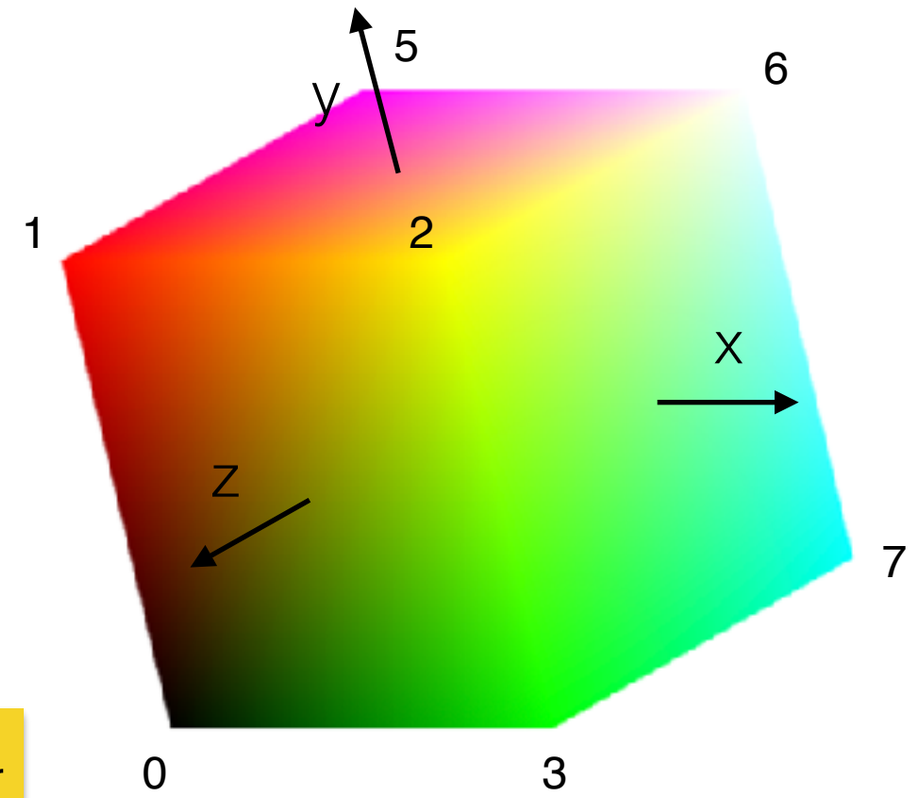
```
var vertexColors = [
    [ 0.0, 0.0, 0.0, 1.0 ], // black
    [ 1.0, 0.0, 0.0, 1.0 ], // red
    [ 1.0, 1.0, 0.0, 1.0 ], // yellow
    [ 0.0, 1.0, 0.0, 1.0 ], // green
    [ 0.0, 0.0, 1.0, 1.0 ], // blue
    [ 1.0, 0.0, 1.0, 1.0 ], // magenta
    [ 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 ], // white
    [ 0.0, 1.0, 1.0, 1.0 ]  // cyan
];
```



# Modelação dum cubo

- Construção das faces:

```
function colorCube()
{
    quad( 1, 0, 3, 2 );
    quad( 2, 3, 7, 6 );
    quad( 3, 0, 4, 7 );
    quad( 6, 5, 1, 2 );
    quad( 4, 5, 6, 7 );
    quad( 5, 4, 0, 1 );
}
```




Os vértices estão ordenados por forma a obter normais que apontam para fora do objeto. Cada chamada de `quad()` gera 2 triângulos.

# Modelação dum cubo

- Inicialização:

```
var canvas, gl;
var numVertices  = 36;
var points = [];
var colors = [];
```

```
window.onload = function init(){
    canvas = document.getElementById( "gl-canvas" );
    gl = WebGLUtils.setupWebGL( canvas );

    colorCube();

    gl.viewport( 0, 0, canvas.width, canvas.height );
    gl.clearColor( 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 );
    gl.enable(gl.DEPTH_TEST);
```

Necessário para ativação do Z-Buffer
(Hidden Surface Removal)

# Modelação dum cubo

- Preencher os arrays **`points`** e **`colors`** com a os dados em **`vertices`** e **`vertexColors`** para os 2 triângulos do quad:

```
function quad(a, b, c, d)
{
    var indices = [ a, b, c, c, d, a ];

    for ( var i = 0; i < indices.length; ++i ) {

      points.push( vertices[indices[i]]);
      colors.push( vertexColors[indices[i]] );

      // for solid colored faces use
      //colors.push(vertexColors[a]);
    }
}
```

# Modelação dum cubo

- Buffer com o atributo cor:

O array “inflacionado” com as cores produzidas por quad()

```
var cBuffer = gl.createBuffer();
gl.bindBuffer( gl.ARRAY_BUFFER, cBuffer );
gl.bufferData( gl.ARRAY_BUFFER, flatten(colors), gl.STATIC_DRAW );

var vColor = gl.getAttribLocation( program, "vColor" );
gl.vertexAttribPointer( vColor, 4, gl.FLOAT, false, 0, 0 );
gl.enableVertexAttribArray( vColor );
```

# Modelação dum cubo

- Buffer com o atributo posição:

O array “inflacionado” com as posições produzidas por quad()

```
var vBuffer = gl.createBuffer();
gl.bindBuffer( gl.ARRAY_BUFFER, vBuffer );
gl.bufferData( gl.ARRAY_BUFFER, flatten(points), gl.STATIC_DRAW );

var vPosition = gl.getAttribLocation( program, "vPosition" );
gl.vertexAttribPointer( vPosition, 4, gl.FLOAT, false, 0, 0 );
gl.enableVertexAttribArray( vPosition );
```

# Modelação dum cubo

- Função de desenho:

Limpa o conteúdo do Z-Buffer
(Necessário para Hidden Surface Removal)

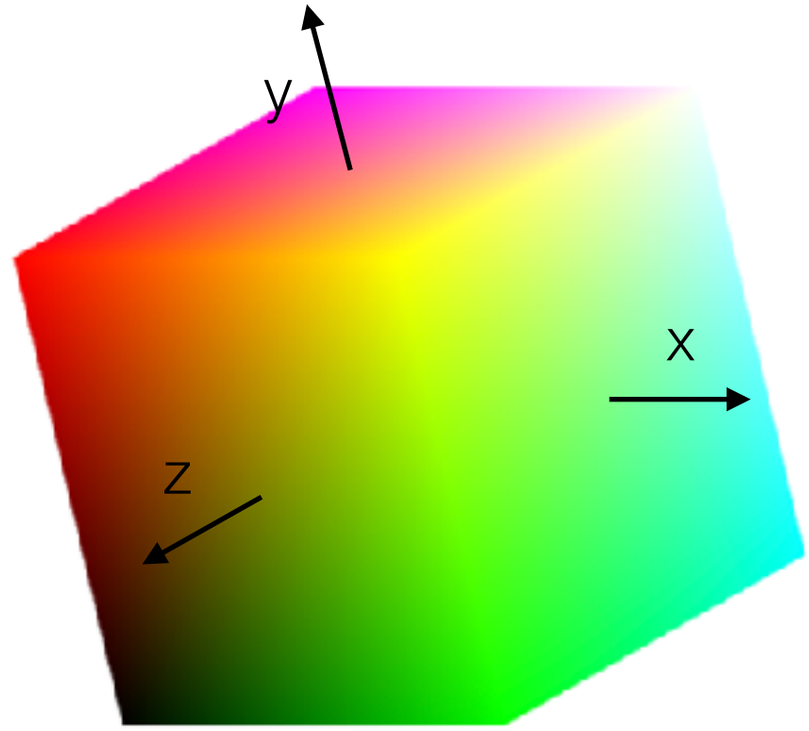
```
function render(){
    gl.clear( gl.COLOR_BUFFER_BIT |gl.DEPTH_BUFFER_BIT);
    gl.drawArrays( gl.TRIANGLES, 0, numVertices );
    requestAnimFrame( render );
}
```

# Uma alternativa melhor...

# Modelação dum cubo (II)

- Um array com os vértices:

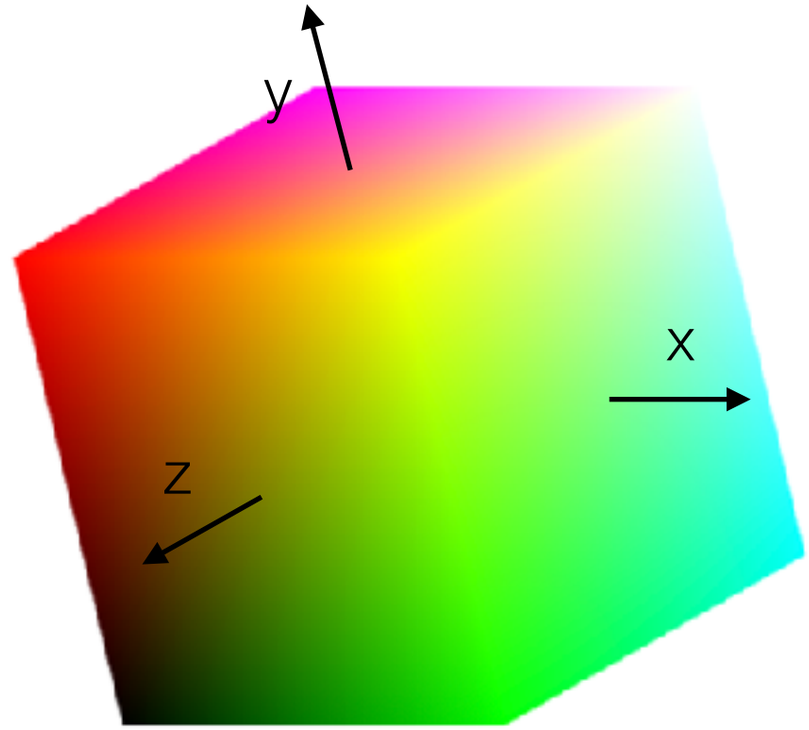
```
var vertices = [
    vec4( -0.5, -0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4( -0.5,  0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5,  0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5, -0.5,  0.5, 1.0 ),
    vec4( -0.5, -0.5, -0.5, 1.0 ),
    vec4( -0.5,  0.5, -0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5,  0.5, -0.5, 1.0 ),
    vec4(  0.5, -0.5, -0.5, 1.0 )
];
```



# Modelação dum cubo (II)

- Um array com as cores:

```
var vertexColors = [
    [ 0.0, 0.0, 0.0, 1.0 ], // black
    [ 1.0, 0.0, 0.0, 1.0 ], // red
    [ 1.0, 1.0, 0.0, 1.0 ], // yellow
    [ 0.0, 1.0, 0.0, 1.0 ], // green
    [ 0.0, 0.0, 1.0, 1.0 ], // blue
    [ 1.0, 0.0, 1.0, 1.0 ], // magenta
    [ 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 ], // white
    [ 0.0, 1.0, 1.0, 1.0 ]  // cyan
];
```



# Modelação dum cubo (II)

- Usar índices para os arrays `vertices`/`vertexColors` para descrever as faces:

```
var indices = [
    1, 0, 3,
    3, 2, 1,
    2, 3, 7,
    7, 6, 2,
    3, 0, 4,
    4, 7, 3,
    6, 5, 1,
    1, 2, 6,
    4, 5, 6,
    6, 7, 4,
    5, 4, 0,
    0, 1, 5
];
```

As 12 faces triangulares que irão formar o cubo são guardadas como índices numa lista de vértices.

Os índices precisam ser enviados para o GPU e a chamada de desenho necessita ser ajustada para operar sobre índices em vez de arrays de vértices.

# Modelação dum cubo (II)

- Desenho com `drawElements()`:

Enviar os índices para o GPU

```
var iBuffer = gl.createBuffer();
gl.bindBuffer(gl.ELEMENT_ARRAY_BUFFER, iBuffer);
gl.bufferData(gl.ELEMENT_ARRAY_BUFFER,
                new Uint8Array(indices),
                gl.STATIC_DRAW);
```

Desenhar com índices

```
gl.drawElements( gl.TRIANGLES, numVertices, gl.UNSIGNED_BYTE, 0 );
```

- Ainda poderá ser mais eficiente se se usarem *triangle strips* ou *triangle fans.*

# Modelação dum cubo (II)

- Inicialização (cores):

O array original com as 8 cores

```
var cBuffer = gl.createBuffer();
gl.bindBuffer( gl.ARRAY_BUFFER, cBuffer );
gl.bufferData( gl.ARRAY_BUFFER, flatten(vertexColors), gl.STATIC_DRAW );

var vColor = gl.getAttribLocation( program, "vColor" );
gl.vertexAttribPointer( vColor, 4, gl.FLOAT, false, 0, 0 );
gl.enableVertexAttribArray( vColor );
```

# Modelação dum cubo (II)

- Inicialização (posição)

O array original com as 8 posições

```
var vBuffer = gl.createBuffer();
gl.bindBuffer( gl.ARRAY_BUFFER, vBuffer );
gl.bufferData( gl.ARRAY_BUFFER, flatten(vertices), gl.STATIC_DRAW );

var vPosition = gl.getAttribLocation( program, "vPosition" );
gl.vertexAttribPointer( vPosition, 4, gl.FLOAT, false, 0, 0 );
gl.enableVertexAttribArray( vPosition );
```

# Modelação dum cubo (II)

- Função de desenho:

```
function render(){
    gl.clear( gl.COLOR_BUFFER_BIT |gl.DEPTH_BUFFER_BIT);
    theta[axis] += 2.0;
    gl.uniform3fv(thetaLoc, theta);
    gl.drawElements( gl.TRIANGLES, numVertices, gl.UNSIGNED_BYTE, 0 );
    requestAnimFrame( render );
}
```

O cubo apenas tinha 8 vértices, por isso um byte chega para os indexar (256 índices distintos). Para modelos maiores, usa-se `gl.UNSIGNED_SHORT`